



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970

DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO

Por:

CARLOS ALBERTO DE HOYOS BENÍTEZ

CARLOS JOSÉ NOGUERA MARIO

**Universidad de la Costa, CUC
Departamento de Postgrados
Especialización en Gestión Ambiental Empresarial
Barranquilla D.E.I.P., Julio del 2014**



**DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO EN EL DEPARTAMENTO DEL
ATLANTICO**

**PROYECTO DE GRADO PARA OBTENER TÍTULO DE:
ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL**

Por:

**CARLOS ALBERTO DE HOYOS BENÍTEZ
CARLOS JOSÉ NOGUERA MARIO**

Asesor(a):

MSc. ELIANA VERGARA VÁSQUEZ

**Universidad de la Costa, CUC
Departamento de Postgrados
Especialización en Gestión Ambiental Empresarial
Barranquilla D.E.I.P., Julio del 2014**

Nota de Aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Barranquilla D.E.I.P., Julio del 2014

DEDICATORIA

Dedico mi triunfo a Dios por sus bendiciones e iluminar mi camino, darme la inteligencia y brindarme la fuerza necesaria, para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional. A mis padres y hermano por su comprensión, apoyo y cariño; a toda mi familia y amistades por su apoyo moral y espiritual para lograr alcanzar mí meta.

Carlos Alberto De Hoyos Benítez

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis de grado está dedicado a Dios, por darme la vida a través de mis queridos Padres, quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mi una persona con valores para poder desenvolverme como: Esposo y Profesional. A mi Esposa, que ha estado a mi lado dándome cariño, confianza y apoyo incondicional para seguir adelante para cumplir otra etapa en mi vida.

Carlos José Noguera Mario

AGRADECIMIENTOS

Nos complace de sobre manera a través de este trabajo exteriorizar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad de la Costa - CUC, y en ella a los distinguidos docentes de la Facultad de Ciencias Ambientales, quienes con su profesionalismo y ética puesto de manifiesto en las aulas enrumban a cada uno de los que acudimos con sus conocimientos que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS	13
1.1. Objetivo general	13
1.2. Objetivos específicos	13
2. ASPECTOS GENERALES	14
2.1. Demanda del Recurso Hídrico en el Mundo	14
2.2. Demanda del Recurso Hídrico en Colombia	17
2.3. Demanda del Recurso Hídrico en el Departamento del Atlántico	28
3. DIAGNOSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO	42
4. CONCLUSIONES	51
5. BIBLIOGRAFIA	53
ANEXO	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DISPONIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL MUNDO (LEAN Y HINRICHSSEN, 1994).	15
FIGURA 2. DEMANDA HÍDRICA SECTORIAL NACIONAL AGREGADA (2008).	21
FIGURA 3. ESTIMACIÓN, USOS EFECTIVOS Y USO DE AGUA EXTRAÍDA NO CONSUMIDA AGREGADA (2008).	21
FIGURA 4. DEMANDA HÍDRICA NACIONAL (IDEAM, 2010).	22
FIGURA 5. VOLUMEN DE AGUA INSUMIDA (M ³) EN EL SECTOR PECUARIO EN 2008.	23
FIGURA 6. VOLUMEN DE AGUA INSUMIDO EN ACTIVIDADES PISCÍCOLAS (2008).	24
FIGURA 7. CONCESIONES EN ACTIVIDAD ACUÍCOLA (REGISTRO CONCESIONES CAR, 2008).	24
FIGURA 8. PARTICIPACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA SEGÚN ZONA: CABECERA Y RESTO MUNICIPAL (2008).	25
FIGURA 9. COMPOSICIÓN DEL CONSUMO CON FINES INDUSTRIALES (2006 – 2009).	25
FIGURA 10. AGUA CONSUMIDA EN EL SECTOR SERVICIOS (2008).	27
FIGURA 11. VOLUMEN DE AGUA UTILIZADO EN GENERACIÓN ENERGÉTICA (2008).	27
FIGURA 12. MAPA DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO (IGAC, 2014).	29
FIGURA 13. ZONIFICACIÓN DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA ARROYOS DIRECTOS AL MAR CARIBE.	33
FIGURA 14. ZONIFICACIÓN DEL NIVEL SUBSIGUIENTE CIÉNAGA DE MALLORQUÍN.	34
FIGURA 15. ZONIFICACIÓN DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RIO MAGDALENA.	35
FIGURA 16. ZONIFICACIÓN DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL CANAL DEL DIQUE.	36

FIGURA 17. SUBZONAS HIDROGRÁFICAS DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO (PLAN DE ACCIÓN 2012 – 2015, CRA).	37
FIGURA 18. MAPAS DE PRECIPITACION DE LOS AÑOS 2002, 2003, 2007 Y 2008 EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO.	38
FIGURA 19. MAPAS DE PRECIPITACION DE LOS AÑOS 2009 - 2012 EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO.	39
FIGURA 20. ÍNDICE DE ESCASEZ MUNICIPAL DE COLOMBIA (IGAC – 2014).	40
FIGURA 21. ÍNDICE DE ESCASEZ MUNICIPAL DEL ATLÁNTICO (IGAC – 2014).	41
FIGURA 22. CLASIFICACIÓN DE USUARIOS REPORTADOS POR SECTOR ECONÓMICO (2013).	44
FIGURA 23. RELACIÓN DE CONCESIONES POR TIPO DE FUENTE (2013).	45
FIGURA 24. DEMANDA HÍDRICA POR MUNICIPIO Y SECTOR ECONÓMICO (2013).	47
FIGURA 25. DEMANDA TOTAL DE AGUA SUBTERRANEA POR MUNICIPIO (2013).	48
FIGURA 26. DEMANDA TOTAL DE AGUA SUPERFICIAL POR MUNICIPIO (2013).	49
FIGURA 27. DEMANDA HÍDRICA TOTAL POR MUNICIPIO (2013).	50

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. DEMANDA HÍDRICA NACIONAL (2008).	20
TABLA 2. CONSUMO DE LA PEQUEÑA INDUSTRIA (2007).	26
TABLA 3. POBLACIÓN DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO (HABITANTES).	31
TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE CONCESIONES POR SECTOR ECONÓMICO.	43
TABLA 5. CANTIDAD DE CONCESIONES POR TIPO DE FUENTE.	45
TABLA 6. DEMANDA TOTAL POR MUNICIPIO Y TIPO DE FUENTE.	46

INTRODUCCIÓN

El panorama sobre la situación de suministro y renovación del agua en el mundo es cada día peor. Histórica y políticamente, las naciones en su afán de lograr un elevado desarrollo económico y geopolítico, han dificultado el manejo adecuado del recurso agua, debido a la destrucción de las fuentes, el incremento de la demanda por el crecimiento poblacional, industrial y agrario y la deforestación de bosques y contaminación de aguas dulces, lo que ha convertido el acceso a este elemento fundamental en una fuente de poder o en manzana de discordia, generando graves conflictos y crisis mundiales debidos a su escasez (Agudelo, 2005).

Por su localización geográfica, su orografía y una gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor (Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010).

A partir de lo anterior, Colombia tiene la urgente necesidad de contar con información actualizada y cada vez más precisa sobre la distribución regional y local de sus disponibilidades de agua y la distribución territorial de sus usos, a fin de precisar y ordenar las áreas con mayores peligros de desabastecimiento, y adelantar las acciones de planificación y regulación del uso del recurso hídrico.

El departamento del Atlántico se caracteriza por contar con una oferta ambiental basada en importantes cuerpos hídricos por todo su espacio, como lo son el Río

Magdalena, Canal del Dique, Mar Caribe, Ciénagas (Luruaco, Mallorquín, Totumo y Tocagua), Embalses (Guájaro), represas, que son utilizados para abastecer de agua a las diferentes actividades de los entes económicos y suministrar de agua a algunos acueductos municipales del departamento del Atlántico. Sin embargo, no se tienen referenciadas todas las captaciones de aguas (superficiales y subterráneas) de las entidades que requieren generalmente licencia ambiental para su funcionamiento, que en zonas rurales adelantan actividades, el cual debe establecerse como elemento de evaluación de la demanda del recurso hídrico.

En nuestro país los entes encargados de la gestión integral del recurso hídrico son los que conforman el Sistema Nacional Ambiental – SINA, de acuerdo a la Ley 99 de 1993. Para el caso del departamento del Atlántico, la autoridad ambiental es la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Este trabajo estará enfocado a diagnosticar la demanda del recurso hídrico (superficial y/o subterráneo) en el departamento del Atlántico, a partir de información secundaria obtenida en la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA.

1. OBJETIVOS

1.1 General

Diagnosticar la demanda del recurso hídrico en el departamento del Atlántico, utilizando información recopilada y consolidada por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA.

1.2 Específicos

- Identificar la demanda de recurso hídrico requerida por las diferentes actividades económicas desarrolladas en el departamento del Atlántico.
- Determinar la cantidad de recurso hídrico demandado de las fuentes superficiales y/o subterráneas existentes en el departamento del Atlántico.
- Establecer la dinámica entre oferta y demanda de recurso hídrico en el departamento del Atlántico.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1 Demanda del Recurso Hídrico en el Mundo

El siglo XX marcó una época definitiva en cuanto al uso intensivo de los recursos naturales, especialmente el agua. Es así como en ese siglo se estima que la extracción del recurso hídrico aumentó en un 700%, para satisfacer una demanda creciente originada por el crecimiento de la población, la urbanización y el incremento de la agricultura y la actividad industrial (Matsuura, 2003). De allí que desde finales de los sesenta, la preocupación mundial por el ambiente se haya manifestado en la realización de diversas iniciativas mundiales orientadas a solucionar la crisis ambiental y especialmente del agua (Rojas *et al.*, 2013).

La Conferencia Mundial sobre el Ambiente de 1972, que contó con la participación de más de 113 países, se convirtió en la primera cumbre mundial que analizó la relación entre ambiente y desarrollo (Godoy, 2007). Sin embargo, fue la Conferencia de Mar del Plata en 1977, la que trató específicamente y por primera vez el tema del agua, demandando que los países realizaran una planificación integral del recurso hídrico, que formularan políticas nacionales y que adoptaran medidas para permitir la participación de los usuarios en la planeación y toma de decisiones sobre el agua (CEPAL, 1998).

La Tierra no tiene más agua que hace 2.000 años, cuando estaba habitada por poco menos de 3% de la población actual. La demanda creciente de agua indispensable para la agricultura, la industria y el consumo doméstico ha creado una enorme competencia por el escaso recurso hídrico. El 70% de la superficie de la Tierra es agua, pero la mayor parte de esta es oceánica y solo 3% de ella es dulce, la cual se encuentra en su mayor parte en la forma de casquetes de hielo y glaciares; y solo 1% es agua dulce superficial fácilmente accesible. Esta es el agua que se encuentra en lagos, ríos y a poca profundidad en el suelo. Solo esa

cantidad de agua se renueva habitualmente (Figura 1) (Johns Hopkins School of Public Health, 1998).

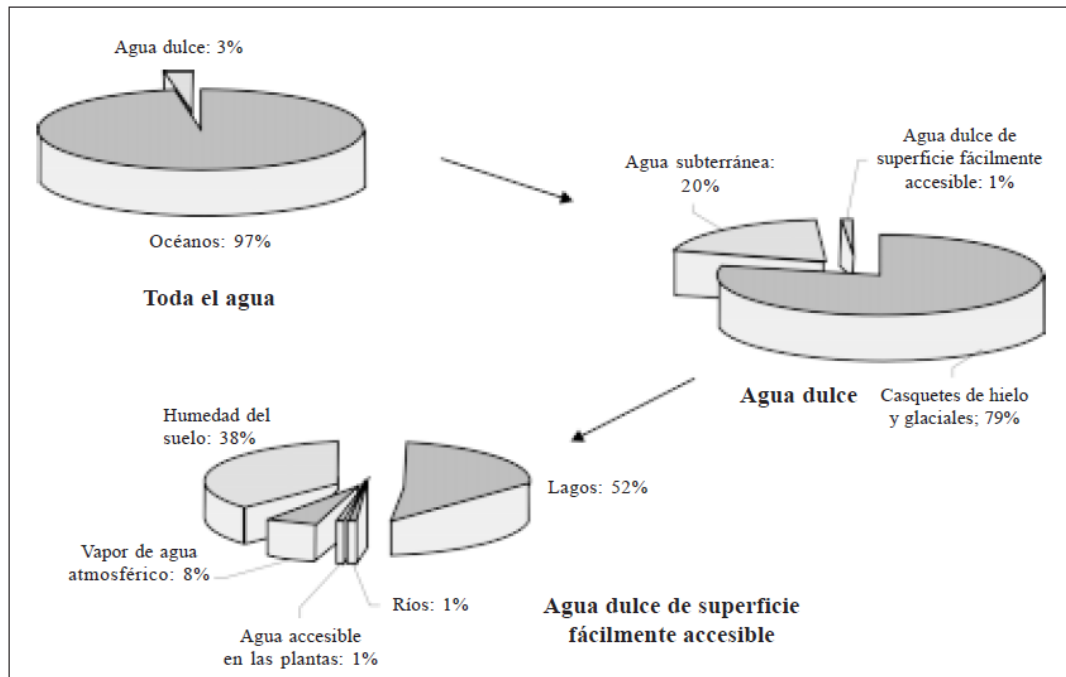


Figura 1. Disponibilidad y distribución del agua en el mundo (Lean y Hinrichsen, 1994).

El agua dulce disponible no está equitativamente distribuida en el mundo, ni en la misma cantidad en las estaciones; varía de un año a otro, no se encuentra en todos los sitios donde se necesita ni en la misma cantidad, y contradictoriamente, en otros casos tenemos demasiada agua en un lugar determinado y no se utiliza adecuadamente. Tres cuartas partes de las precipitaciones anuales caen en zonas que contienen menos de un tercio de la población mundial (Quagliotti B., 2004).

Las principales presiones que se ciernen sobre los recursos hídricos se relacionan con factores demográficos, económicos y sociales; de innovación tecnológica, de políticas, leyes y finanzas y relativos al cambio climático (WWAP, 2009b). Esto, teniendo en cuenta que la población mundial está creciendo a un ritmo de 80

millones de personas por año, implica una demanda de agua dulce de cerca de 64 mil millones de metros cúbicos al año. La mayor parte de este crecimiento poblacional está ocurriendo en países con economías en desarrollo, principalmente en áreas con estrés hídrico y con acceso limitado al agua potable y a condiciones sanitarias adecuadas, tales como acceso a baterías sanitarias, disposición y manejo de residuos, entre otros (Zamudio R., 2012).

El crecimiento demográfico lleva a que varios países, en pocos años, pasen a la categoría de países con escasez de agua; además, la demanda de agua dulce para el desarrollo industrial, la creciente agricultura con regadío, la urbanización masiva y los niveles de vida más altos crearán la crisis del agua si no se interviene a tiempo. Otro factor de gran importancia en el acceso al agua se debe a las desigualdades entre ricos y pobres, dado que a mayor cantidad de dinero son mayores las cantidades de agua que se requieren para adelantar cada una de las actividades diarias de las personas y también es mayor la cantidad de dinero de que se dispone para acceder de manera incontrolada a este recurso. La población aumenta y el consumo también, pero la cantidad de agua disponible permanece prácticamente constante (R. Agudelo C., 2005).

2.2 Demanda del Recurso Hídrico en Colombia

El crecimiento actual de la nación ha congregado la demanda hídrica sobre regiones donde su oferta es escasa y en las cuales los procesos de crecimiento poblacional amplifican la presión sobre un recurso que ya registra altos requerimientos para mantener la estructura socio-económica instalada. Durante muchos años el estado del recurso hídrico de los países del mundo ha sido evaluado tomando en cuenta la cantidad de agua que escurre por los territorios de las distintas naciones. Estimaciones de esta clase fueron realizadas en la década de los años 70 (Lvovitch, 1970; Korzun et al., 1978; UNESCO, 1979) y es a partir de ellas que surge la idea de una “Colombia-potencia hídrica”, la cual compartía los primeros renglones en la clasificación mundial de recursos hídricos con países como Brasil, La Federación Rusa y Canadá (Domínguez Calle *et al.*, 2008).

Brasil y Colombia son países ricos en términos de dotación de agua, ubicándose como líderes en la oferta mundial de recurso hídrico. A pesar de esto, ambos países tienen problemas de escasez relativa de este líquido vital en zonas donde justamente existe mayor cantidad de población y un gran nivel de actividad económica. En ambos países también se han generado disposiciones recientes con relación a la gestión del agua. Colombia formalizó la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico solo hace tres años (Rojas *et al.*, 2013).

Es necesario destacar que la distribución heterogénea de la oferta de agua, de la población y de las actividades económicas en las diferentes regiones del país, hacen que la relación oferta - demanda sea menos favorable en aquellas zonas donde los rendimientos hídricos son menores y mayores las concentraciones de demanda. Esta situación unida a que más del 80% de los asentamientos urbanos de los municipios se abastecen de fuentes muy pequeñas, de baja capacidad de regulación como: arroyos, quebradas, riachuelos, etc., sin sistemas de almacenamiento, hacen que una buena parte de la población y su abastecimiento

de agua sea altamente vulnerable (Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010).

Según el IDEAM, la oferta hídrica en el país experimenta una disminución progresiva a causa de las limitaciones de uso por la calidad del agua, afectada por la contaminación producto de las actividades socioeconómicas e industriales, por los aportes de sedimentos provenientes de fenómenos erosivos y por los procesos de degradación de las cuencas. De no tomarse medidas de conservación y manejo adecuadas, para 2015 y 2025, respectivamente el 66% y el 69% de los colombianos podrían estar en riesgo alto de desabastecimiento en condiciones hidrológicas secas (Zamudio R., 2012).

En Colombia, 70% de habitantes en el año 2016 sufrirá por escasez de agua, a pesar de que el país está dotado de abundantes fuentes hídricas, según el informe de la Contraloría General de la República del 16 de febrero de 2000, sobre el estado actual de los recursos naturales (Contraloría General de la Republica de Colombia, 2000).

Las cifras sobre el potencial hídrico del país han ocasionado visible daño, pues resta importancia a la dimensión real de la destrucción de los recursos existentes en Colombia. El panorama nuestro con el agua, entonces, define una serie de paradojas: Colombia es un país muy rico hídricamente, sin embargo, hay comunidades que se están muriendo de sed; Colombia es un país muy rico hídricamente, sin embargo, la variabilidad del recurso se limita significativamente con la alternancia climática (R. Marín R., 2003).

Uno de los principales factores de presión sobre los recursos hídricos de un país es el crecimiento poblacional. El mundo incrementa anualmente su población total en el equivalente al doble de la población colombiana actual. A la presión poblacional sobre el recurso hídrico se le adicionan las demandas de sectores

económicos (agrícolas, industriales, entre otros). Esta presión sobre el recurso hídrico tiene consecuencias adversas que se revierten a la sociedad que demanda el agua (Domínguez Calle *et al.*, 2008).

En general, las presiones sobre la oferta hídrica en Colombia se derivan del uso, aprovechamiento, administración y demandas por parte de las distintas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, sectores productivos y de servicios públicos, sociedad civil, organismos de cooperación internacional y demás agentes involucrados, quienes interactúan asimétricamente según sus intereses y convicciones, con lo cual determinan las formas de gobierno alrededor del recurso hídrico en las diferentes cuencas hidrográficas del país (Zamudio R., 2012).

La vulnerabilidad del recurso está relacionada con la vulnerabilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener la capacidad hidrológica actual ante posibles alteraciones climáticas y a la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento y distribución frente a la reducción de la oferta y disponibilidad del agua. El Niño y La Niña, son los fenómenos de la mayor variabilidad climática interanual en la zona tropical y tienen influencia directa en el país en la generación de eventos extremos de temperatura y precipitación, y a ellos están asociados los episodios más conocidos de desabastecimiento de agua para el sector energético del país y las frecuentes inundaciones del Magdalena (Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010).

A pesar de los diversos esfuerzos por establecer políticas de agua en el país, con los arreglos normativos y estructurales que soportan cada concepción, Colombia evidencia una crisis de gobernabilidad que no favorece la gestión integral de los recursos hídricos. Resumiendo, la crisis de gobernabilidad de los recursos hídricos en Colombia se despliega, al menos, en aspectos como el desconocimiento de la experiencia y contexto internacional que forja demandas y oportunidades para el

país frente a estos escenarios; la descoordinación y dispersión de la política pública del agua que no armoniza políticas, normas y entidades que, a su vez, articulen las demandas nacionales e internacionales y su expresión en lo local; el desconocimiento de las diversas formas locales de gobierno; la percepción errónea sobre la abundancia y riqueza hídrica del país y el disimulo o desinterés con que se ignoran las múltiples presiones que se ciernen sobre el agua (Zamudio R., 2012).

La demanda hídrica total nacional, según datos del Estudio Nacional del Agua - ENA 2010, con inclusión del agua extraída no consumida, alcanzo en 2008 un orden de magnitud de 35.877 Mm³. En la Tabla 1 y en la Figura 2, se presentan los estimativos por sectores de la demanda por uso y su participación porcentual con respecto al total nacional. Lo mismo, en la Figura 3.

Tabla 1. Demanda Hídrica Nacional (2008).

Usos del agua	Total (Mm ³)	Participación (%)
Servicios	528	1,5
Industria	1.577	4,4
Pecuario	2.220	6,2
Acuícola	2.584	7,2
Domestico	2.606	7,3
Energía	6.976	19,4
Agrícola	19.386	54,0
Total	35.877	100

Fuente: Estudio Nacional del Agua – ENA, 2010.

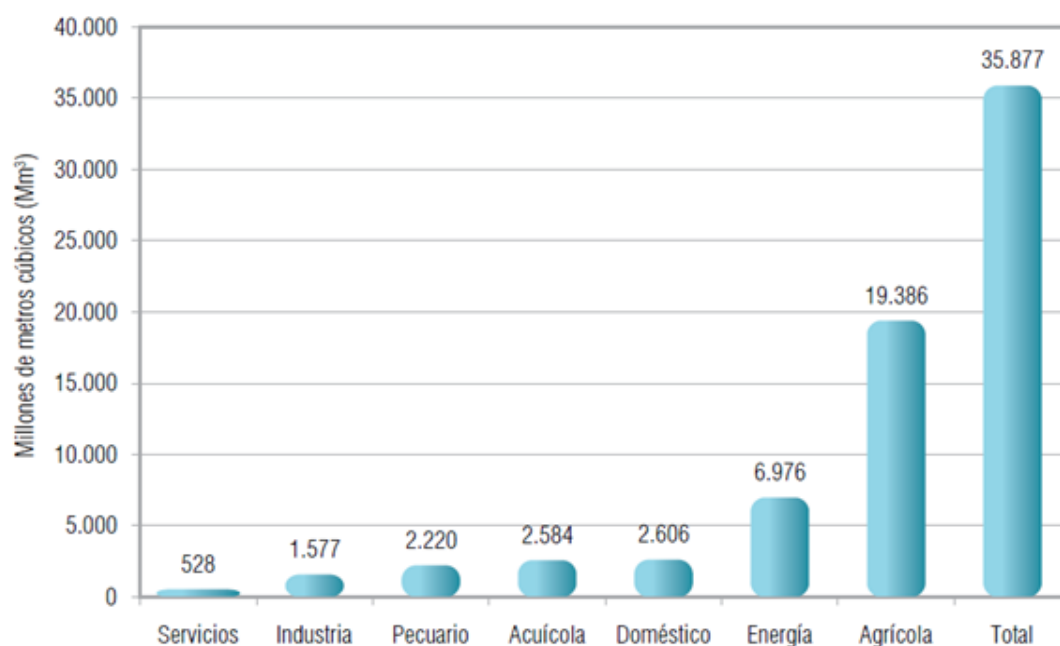


Figura 2. Demanda hídrica sectorial nacional agregada (2008).

El componente de demanda extraída y no utilizada, resultado de la agregación de uso para los sectores, alcanza el 26% de la demanda total de agua (Figura 3).

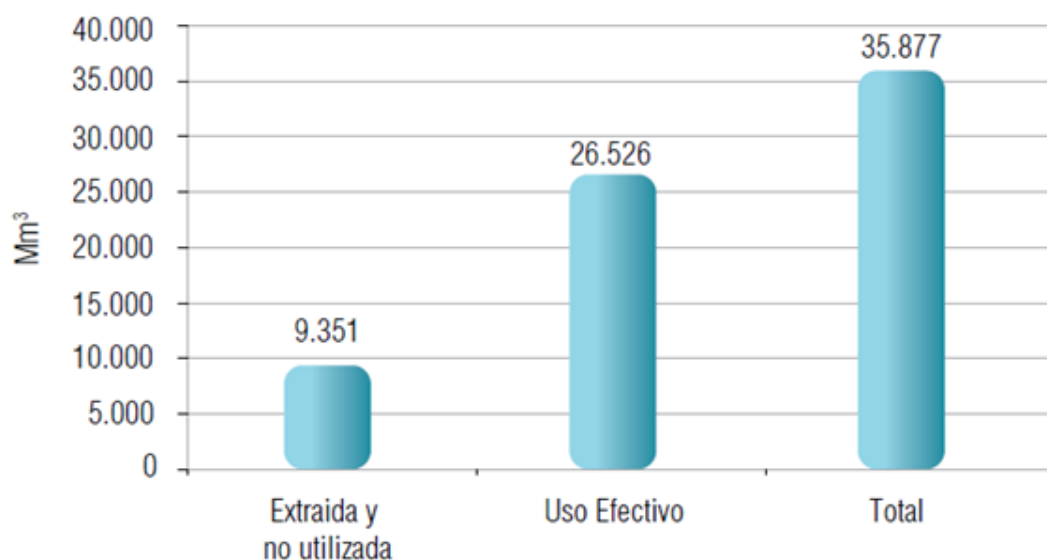


Figura 3. Estimación, usos efectivos y uso de agua extraída no consumida agregada (2008).

La especialización de la demanda hídrica nacional por subzonas hidrográficas conforme a la división política administrativa y regionalización de los datos primarios utilizados en la estimación se ilustran en la Figura 4.

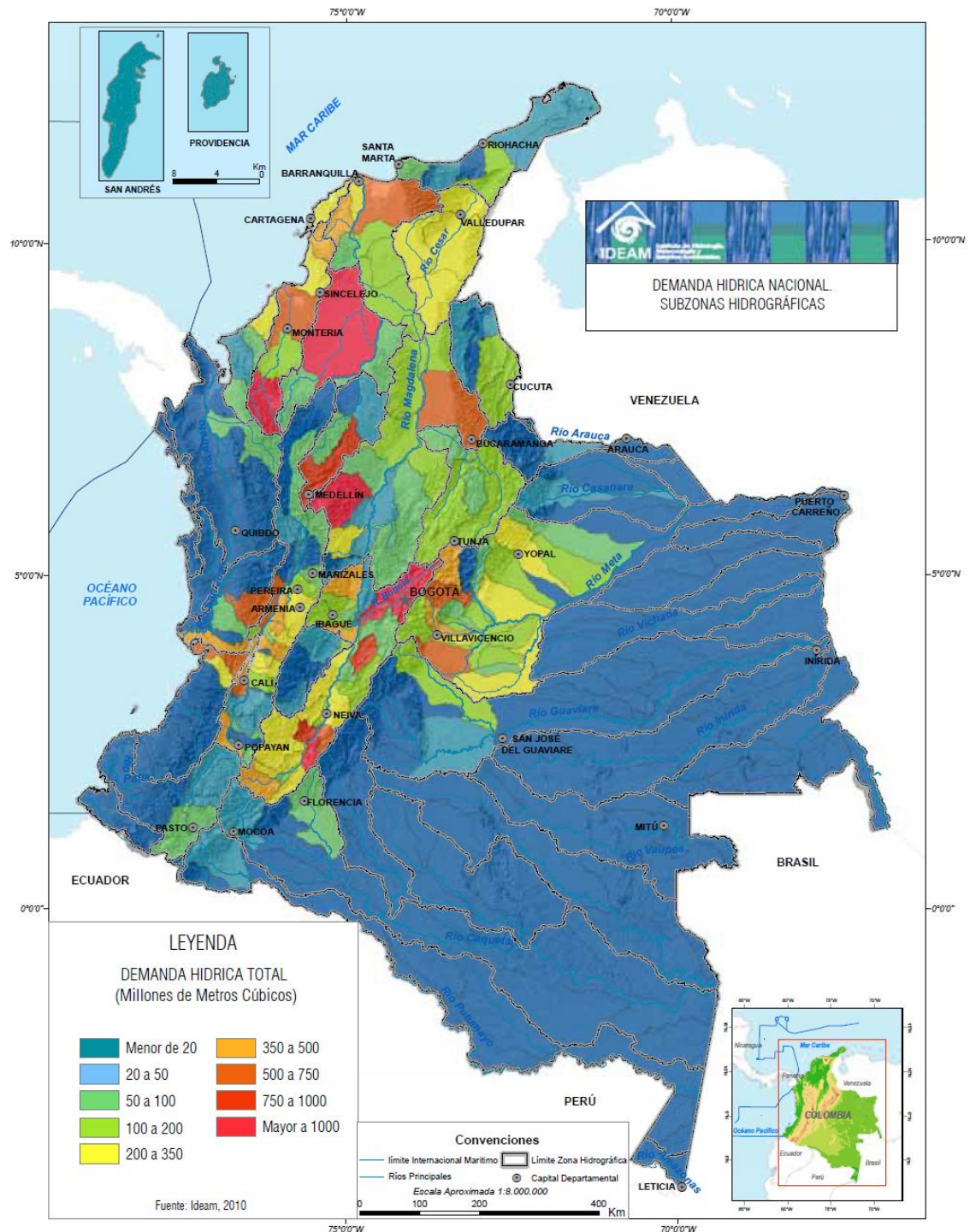


Figura 4. Demanda hídrica nacional (IDEAM, 2010).

El volumen de agua en el sector agrícola en 2008 alcanza un orden de magnitud de 19.386 Mm³ (Estudio Nacional de Agua – ENA, 2010). La demanda agregada de agua insumida en el sector pecuario en 2008 es del orden de 2.220 Mm³, con una participación del consumo en bovinos equivalentes al 73%; seguido del consumo en porcinos del 15%; y en aves, del 12% (Figura 5).

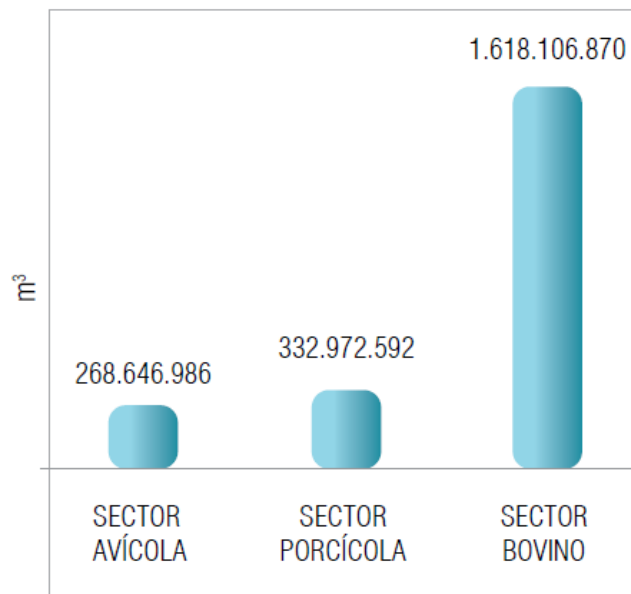


Figura 5. Volumen de agua insumida (m³) en el sector pecuario en 2008.

La demanda hídrica en la actividad de acuicultura en 2008 se estimó en un orden de 2.584 Mm³ (Figura 6); está compuesta por el uso consuntivo asociado en forma directa con los volúmenes de producción observados objetivamente mediante la encuesta de producción piscícola y el registro de concesiones de agua, en aquellas áreas en las que la encuesta no presenta ninguna observación o que la representatividad con respecto a la desagregación departamental no es significativa.

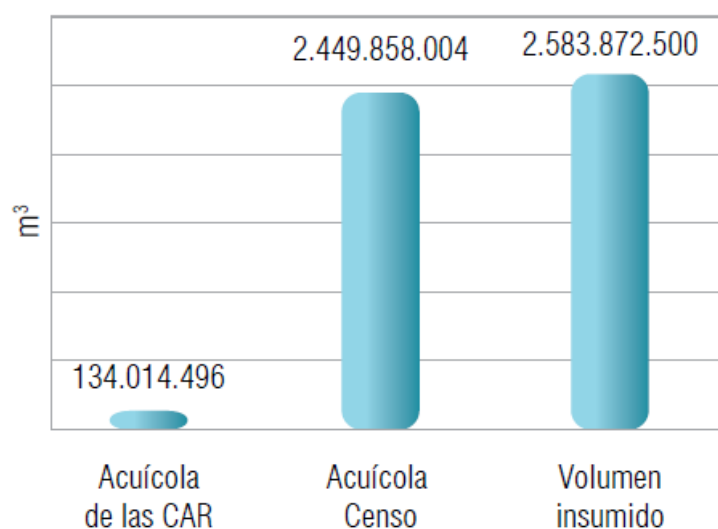


Figura 6. Volumen de agua insumido en actividades piscícolas (2008).

El cálculo realizado a través de la producción piscícola en 2008 se complementa con el registro de concesiones reportado directamente por las CAR como concesiones de agua para este tipo de uso (Figura 7).

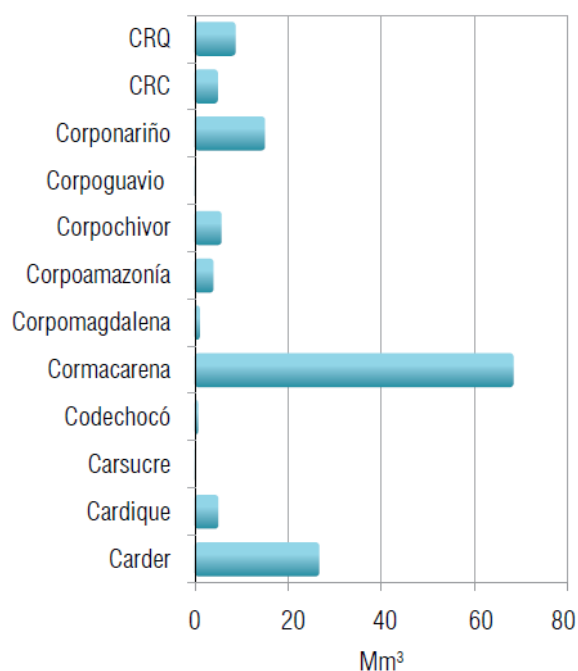


Figura 7. Concesiones en actividad acuícola (Registro concesiones CAR, 2008).

La cantidad total de agua demandada para uso domestico en 2008 se estimo en 2.606 Mm³ (incluidas perdidas en el sistema), de los cuales el 82% (2.143 Mm³) corresponde a cabeceras municipales y el 18% (463 Mm³), al resto (Figura 8).

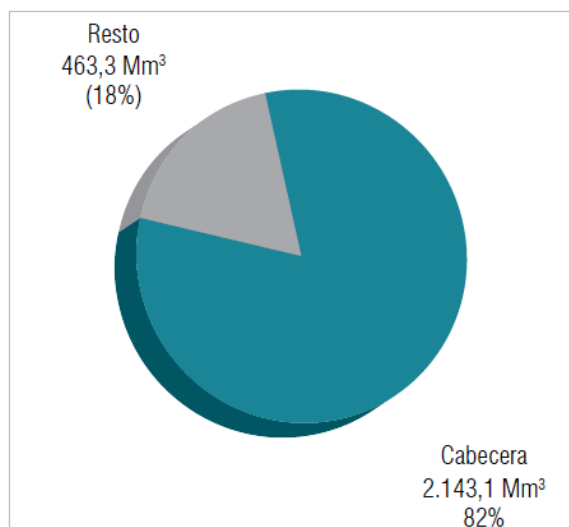


Figura 8. Participación de la demanda de agua según zona: cabecera y resto municipal (2008).

En la Figura 9 se observa la composición del consumo con fines industriales.

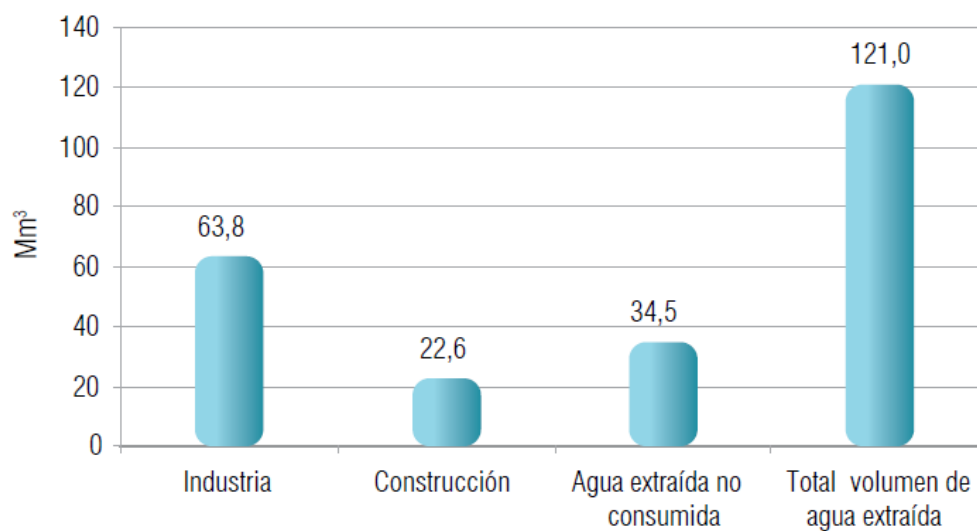


Figura 9. Composición del consumo con fines industriales (2006 – 2009).

La Tabla 2 muestra los consumos de la pequeña industria en 2007, calculados por departamento.

Tabla 2. Consumo de la pequeña industria (2007).

Departamento	Total consumo (m ³)
Antioquia	22.612.568
Atlántico	7.895.946
Bogotá	28.983.560
Bolívar	3.991.328
Boyacá	1.907.432
Caldas	4.088.390
Caquetá	394.412
Cauca	805.132
Cesar	628.764
Córdoba	1.334.236
Cundinamarca	3.069.528
Choco	165.496
Huila	2.410.456
La Guajira	589.504
Magdalena	1.844.154
Meta	865.532
Nariño	3.774.440
Norte de Santander	1.906.465
Quindío	1.910.682
Risaralda	2.574.378
Santander	7.928.906
Sucre	1.384.368
Tolima	3.557.578
Valle del Cauca	5.341.336
Arauca	385.056
Casanare	1.003.896
Putumayo	41.666
San Andrés	45.656
Amazonas	21.744
Guainía	18.120
Guaviare	15.060
Vaupés	1.757
Vichada	10.542
Total	111.508.088

Fuente: Estudio Nacional del Agua – ENA (2010).

En la Figura 10, se observa la composición del consumo en el sector servicios según las empresas de servicios públicos.

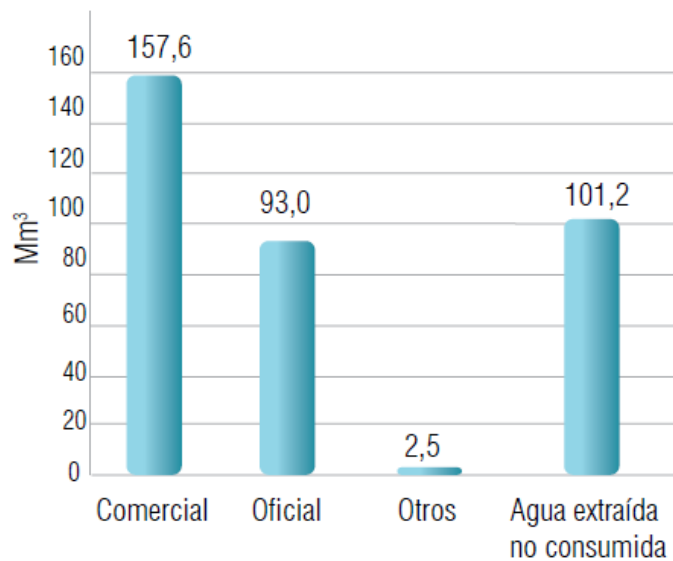


Figura 10. Agua consumida en el sector servicios (2008).

El volumen total de agua utilizada en generación de energía hidráulica y térmica en 2008 es del orden de 6.976 Mm³ (Figura 11).

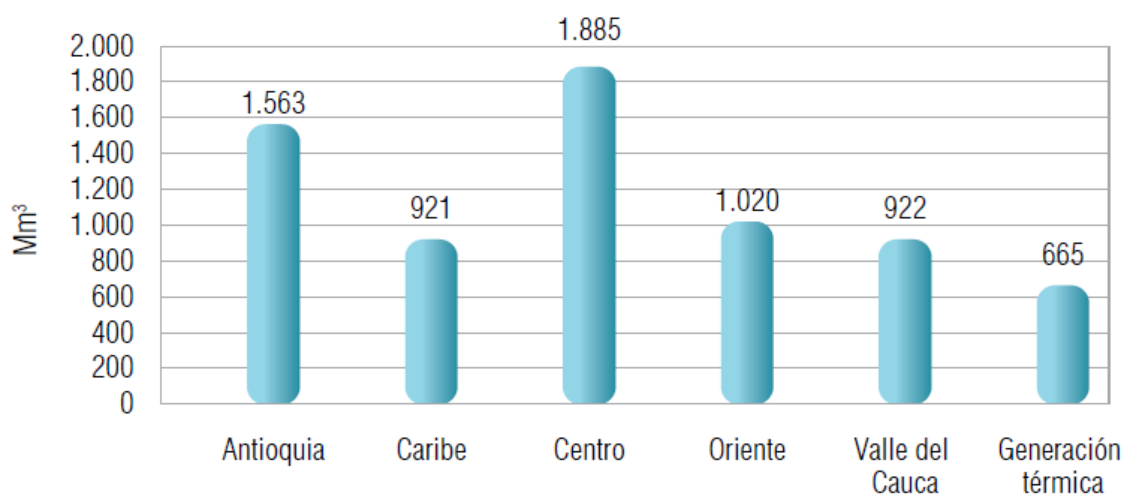
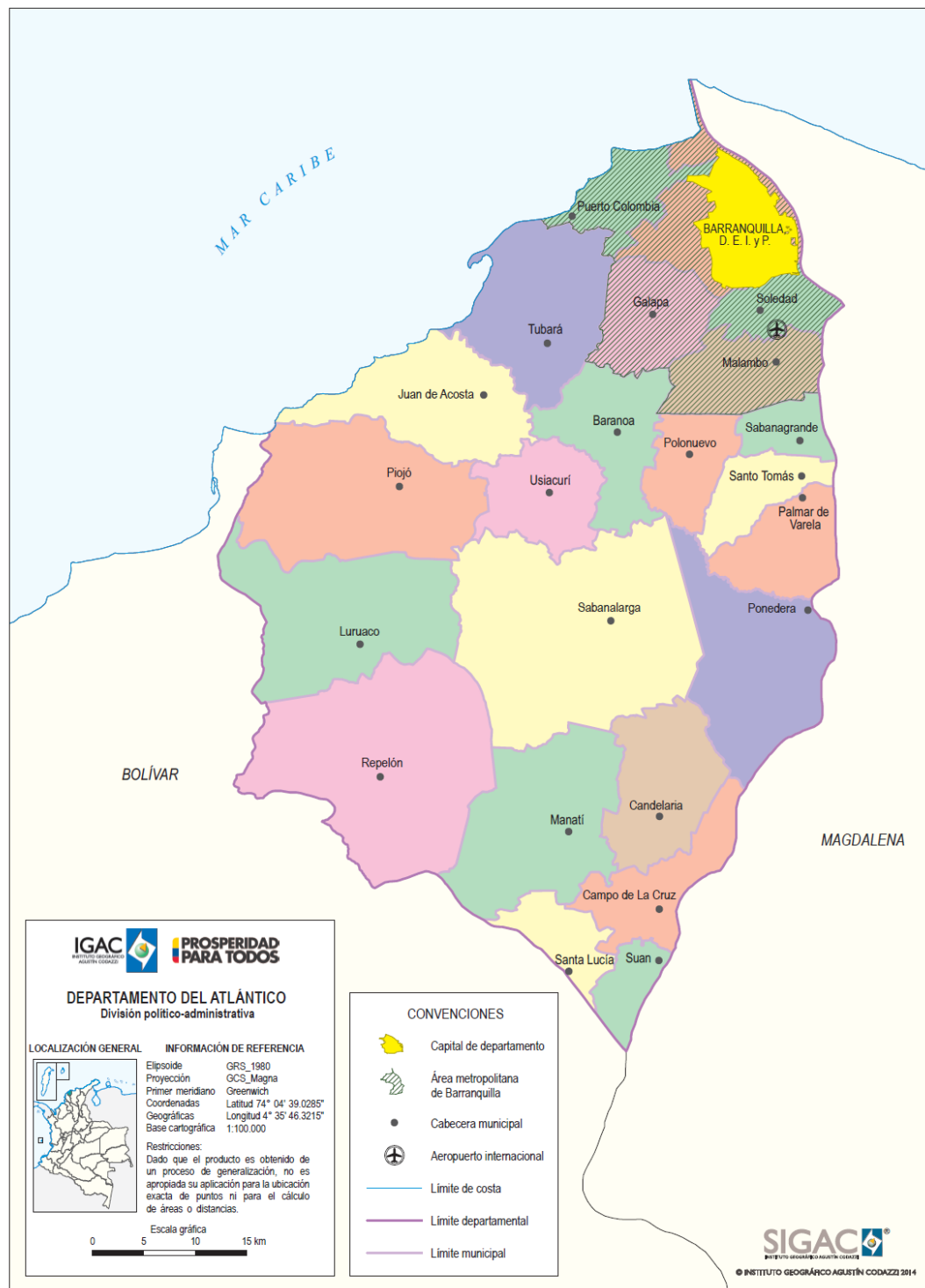


Figura 11. Volumen de agua utilizado en generación energética (2008).

2.3 Demanda del Recurso Hídrico en el departamento del Atlántico

El Departamento del Atlántico tiene una extensión de 3.388 Kms². La región se caracteriza por un clima tropical semi-árido en las fajas aledañas al litoral y al río Magdalena y semi-húmedo desde Sabanalarga hacia el sur, con una temperatura media de 27°C (CRA, 2009). La región geográfica de la llanura del Caribe, de la cual hace parte el Departamento, está delimitada al sur y al este por las estribaciones de los tres ramales andinos, Occidental, Central y Oriental, cuyas alturas disminuyen en terrenos que van de ondulados a planos cenagosos y secos hacia el oeste y norte de la región, hasta llegar al mar Caribe que bordea la costa (Gobernación del Atlántico, 2010).

De esta manera, los municipios ubicados al norte y occidente de la región presentan la mayor accidentalidad orográfica, con alturas que fluctúan entre los 100 y 250 m.s.n.m., siendo la máxima de 475 m (cerro El Caballo, en el municipio de Repelón) Además posee unas cuencas hidrográficas muy importantes dentro del desarrollo económico de muchos municipios que limitan con estas como son: la cuenca del Río Magdalena que afecta los municipios que están sobre la margen oriental (Santo Tomás, Sabanagrande, Palmar de Varela, Ponedera, Campo de la Cruz, y Suan); el canal del Dique (con influencia sobre los municipios de Suan, Santa Lucía, Manatí y Repelón); el embalse del Guájaro (una extensión de 1.600 ha. de agua entre los municipios de Sabanalarga, Luruaco, Repelón y Manatí) y se encuentran numerosas ciénagas, de importancia por su tamaño o porque dan lugar a actividades agrícolas, de pesca y turismo de la región (CRA, 2009).



Manuel Duarte Ostos. Escala 1:500.000. 13/06/2014

Figura 12. Mapa del Departamento del Atlántico (IGAC, 2014).

La red hídrica del Atlántico es sencilla debido a la extensión del departamento, al relieve y el clima. Las corrientes más importantes del sistema hidrográfico son el río Magdalena y el Canal del Dique, que se unen en su extremo sur. El río Magdalena recorre una extensión aproximada de 110 Kms desde Calamar hasta Bocas de Ceniza; su cuenca tiene una superficie de 134.192 Ha y está subdividida en subcuencas que vierten sus aguas al Río. Las restantes aguas continentales las constituyen pequeños cauces como arroyos y caños, y las ciénagas que cubren un área amplia del sur y occidente del Departamento. En jurisdicción atlanticense se encuentran el embalse del Guájaro y las ciénagas de Luruaco y el Totumo (CRA, 2009).

En el Atlántico se distinguen cuatro (4) subregiones: la primera, localizada en proximidades del Río Magdalena, de origen aluvial y con tierras bajas e inundables; la segunda, localizada al sur del Departamento, comprende un área cenagosa, parcialmente aprovechada en agricultura; la tercera, aledaña al mar Caribe y de origen sedimentario (fluvial y marítimo) que conforman el litoral y la costa; y la cuarta, relativamente montañosa, está situada en el centro y oeste del Departamento con alturas inferiores a los 500 m sobre el nivel del mar, entre las que sobresalen las serranías de Luruaco y Capiro (CRA, 2009).

La región objeto del estudio comprende los municipios de Baranoa, Campo de la Cruz, Candelaria, Galapa, Juan de Acosta, Luruaco, Malambo, Manatí, Palmar de Varela, Piojo, Polonuevo, Ponedera, Puerto Colombia, Repelón, Sabanagrande, Sabanalarga, Santa Lucia, Santo Tomás, Soledad, Suan, Tubará, Usiacurí. De acuerdo con las proyecciones del DANE para 2013, el Departamento del Atlántico tenía una población total de 2.402.910 habitantes (Tabla 3).

Tabla 3. Población departamento del Atlántico (habitantes).

Municipio	2013	2014
Barranquilla	1.206.946	1.212.943
Baranoa	56.641	57.242
Campo de La Cruz	16.618	16.325
Candelaria	12.413	12.445
Galapa	40.420	41.555
Juan de Acosta	16.358	16.580
Luruaco	26.206	26.542
Malambo	117.283	119.286
Manatí	15.338	15.533
Palmar de Varela	25.037	25.192
Piojó	5.112	5.127
Polonuevo	15.018	15.156
Ponedera	21.584	21.912
Puerto Colombia	27.309	27.216
Repelón	25.420	25.759
Sabanagrande	30.362	31.009
Sabanalarga	95.966	97.076
Santa Lucía	11.778	11.683
Santo Tomás	25.067	25.198
Soledad	582.774	599.012
Suan	8.954	8.858
Tubará	11.014	11.021
Usiacurí	9.292	9.333
TOTAL	2.402.910	2.432.003

Fuente: DANE (2014).

- **Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas del Atlántico (POMCAS)**

En la jurisdicción de la CRA, se priorizaron cuatro (4) cuencas hidrográficas, las cuales frente a las nuevas disposiciones contenidos en el Decreto 1640 de 2012 y a la nomenclatura establecida por el IDEAM en la reclasificación de las cuencas, reciben la denominación de Subzona Hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique, Subzona Hidrográfica del Complejo de Humedales de la Vertiente Occidental del Río Magdalena, Subzona Hidrográfica de los arroyos directos al Mar Caribe y Nivel Subsiguiente Ciénaga de Mallorquín (PGAR ATLÁNTICO 2012 – 2022, en proceso de aprobación por la CRA).

a) Subzona Hidrográfica de los arroyos directos al Mar Caribe

La Subzona Hidrográfica Caribe, localizada en la parte noroccidental del departamento del Atlántico, está conformada por territorios de ocho (8) municipios del departamento y una parte de la zona norte del departamento de Bolívar que se encuentra localizada geográficamente en la Cuenca. Tiene una extensión aproximada de 952,2 Km² (POMCA MAR CARIBE – CRA, 2011).

La Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, adoptó la ordenación de esta cuenca mediante el Acuerdo No. 002 de 2011 (se encuentra en proceso de adopción). Los municipios que conforman esta cuenca son: Luruaco, Piojo, Juan de Acosta, Usiacuri, Repelón, Baranoa, Puerto Colombia y Tubara (PGAR ATLÁNTICO 2012 – 2022, en proceso de aprobación por la CRA).



Figura 13. Zonificación de la Subzona Hidrográfica arroyos directos al Mar Caribe.

b) Nivel Subsiguiente Ciénaga de Mallorquín

El Nivel Subsiguiente Ciénaga de Mallorquín presenta una superficie aproximada de 29.620 Hectáreas, cuya área de influencia está definida a partir del nacimiento del Arroyo Grande a la altura de Pital de Megua del municipio de Baranoa, se extiende hacia el norte hasta desembocar en la margen sur occidental de la Ciénaga de Mallorquín. Los humedales de la cuenca alcanzan un área total de 944,53 hectáreas aproximadamente, distribuidos en la Ciénaga de Mallorquín, Ciénaga del Rincón o Lago del Cisne, y la Ciénaga de Manatíes (CRA, 2010).

La CRA adoptó la ordenación de esta cuenca mediante el Acuerdo No. 001 del 10 de Diciembre de 2007 (se encuentra en ejecución). Los municipios que hacen parte de esta cuenca son los siguientes: Puerto Colombia, Barranquilla, Galapa, Baranoa, Soledad y Tubara (PGAR ATLÁNTICO 2012 – 2022, en proceso de aprobación por la CRA).

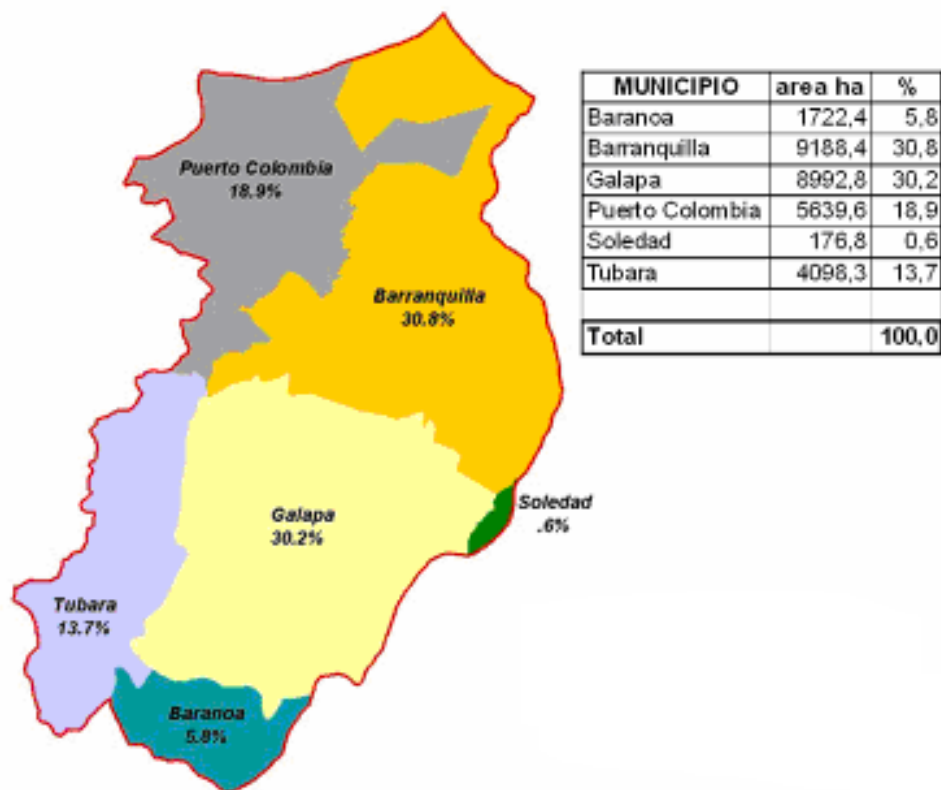


Figura 14. Zonificación del Nivel Subsiguiente Ciénaga de Mallorquín.

c) Subzona Hidrográfica del Complejo de Humedales de la Vertiente Occidental del Rio Magdalena

En el recorrido que realiza por el departamento del Atlántico, el Rio Magdalena presenta una longitud aproximada de 107.851 km. El complejo de humedales que

pertenecen a la ribera del Río Magdalena, está conformado por las Ciénagas de la Bahía, Malambo, El Convento, Sabanagrande, Santo Tomas, Luisa, Manatí, El Paraíso y El Uvero, entre otras ciénagas ya desecadas como La Vieja, Sanaguare y Real (POMCA RIO MAGDALENA – CRA, 2007).

Esta Cuenca fue declarada en ordenación por la CRA mediante el Acuerdo No. 001 de Noviembre de 2009 (se encuentra en proceso de ajuste). Los municipios que conforman esta cuenca son los siguientes: Soledad, Malambo, Baranoa, Polonuevo, Santo Tomas, Sabanagrande, Palmar de Varela, Ponedera, Suán, Candelaria y Campo de la Cruz (PGAR ATLÁNTICO 2012 – 2022, en proceso de aprobación por la CRA).

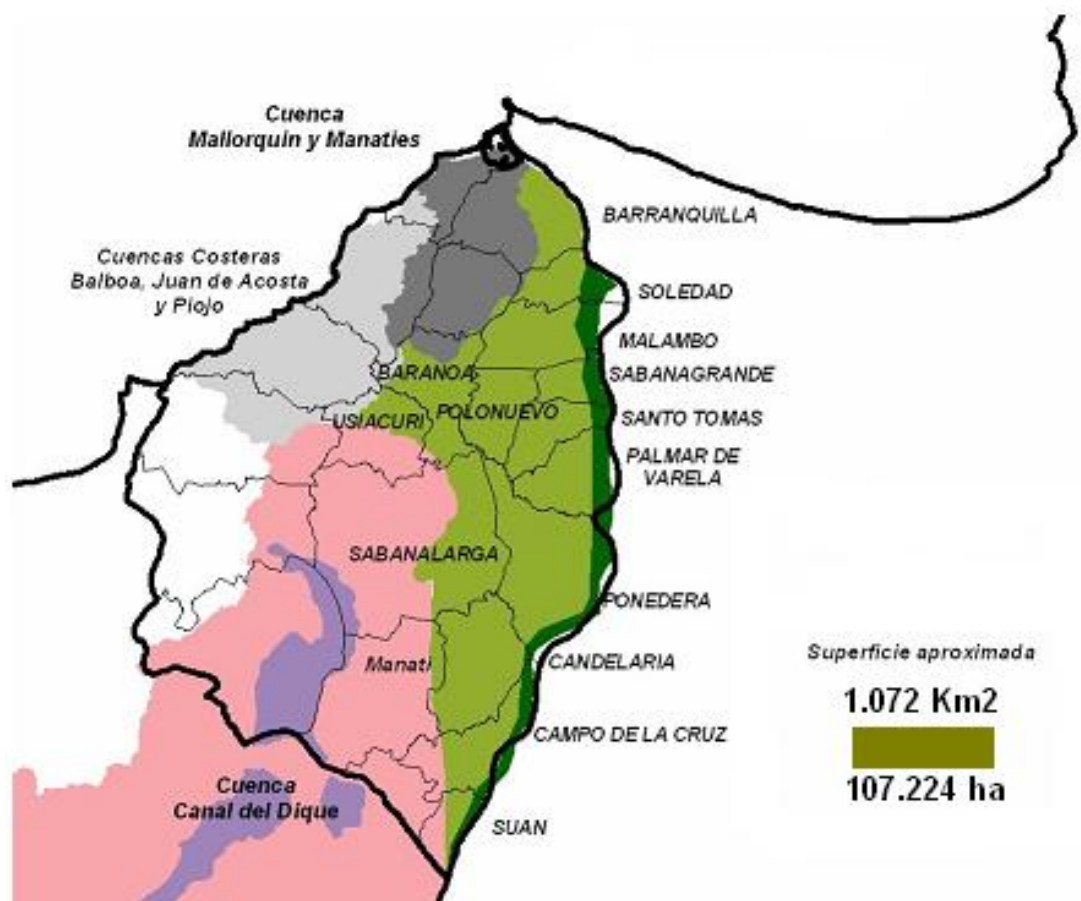


Figura 15. Zonificación de la Subzona Hidrográfica del Río Magdalena.

d) Subzona Hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique

La Subzona Hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique presenta una superficie aproximada de 404.000 hectáreas, repartidas en 3 departamentos (Sucre, Bolívar y Atlántico), y 25 municipios diferentes. Las aguas provenientes del centro y sur del Atlántico son recibidas por el Embalse del Guajaro y posteriormente vierten sus aguas al Canal del Dique (CRA, 2007).

La CRA adoptó la ordenación de esta cuenca mediante el Acuerdo No. 002 de Marzo de 2008 (se encuentra en ejecución). Los municipios que la conforman son los siguientes: Piojo, Luruaco, Campo de la Cruz, Santa Lucía, Suan, Repelón, Sabanalarga, Manatí y Usiacuri (CRA, 2007).

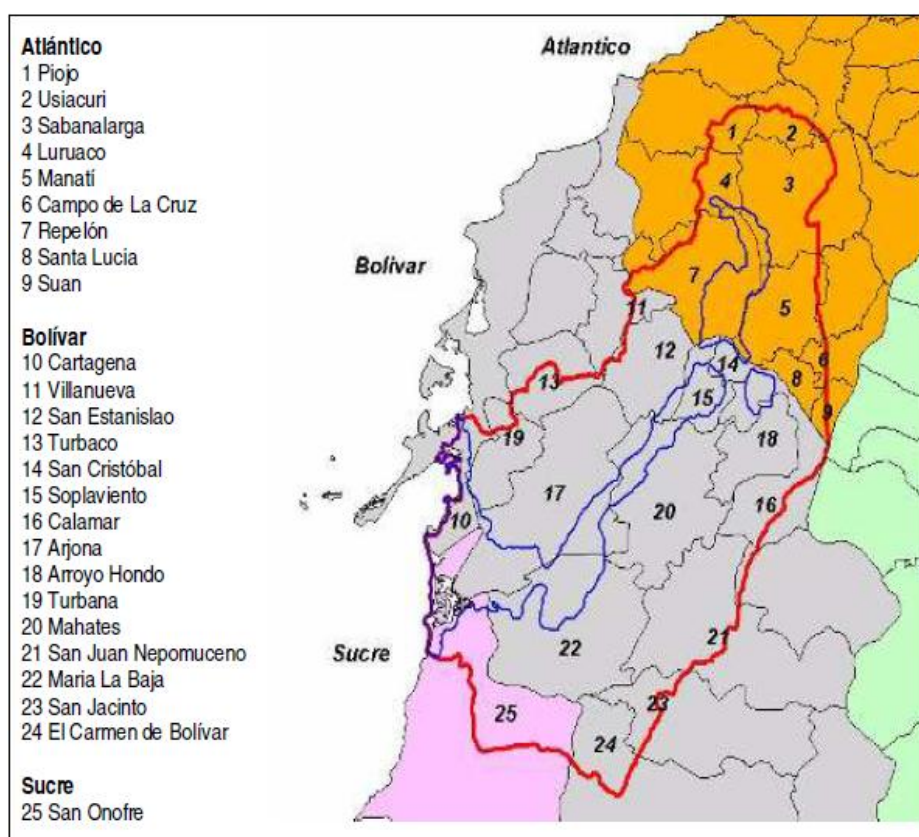


Figura 16. Zonificación de la Subzona Hidrográfica del Canal del Dique.

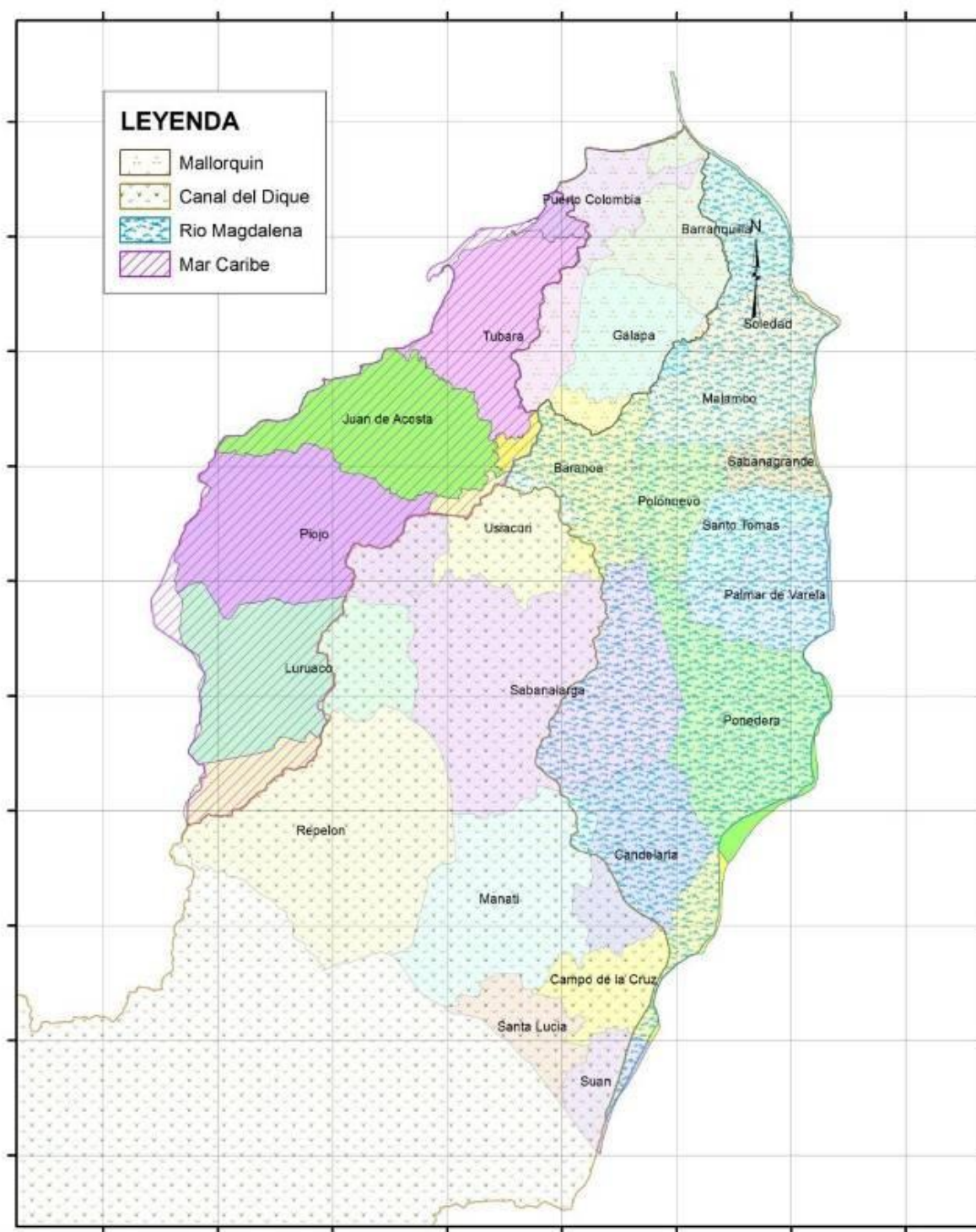


Figura 17. Subzonas Hidrográficas Departamento del Atlántico (Plan de Acción 2012 – 2015, CRA).

- **Precipitación**

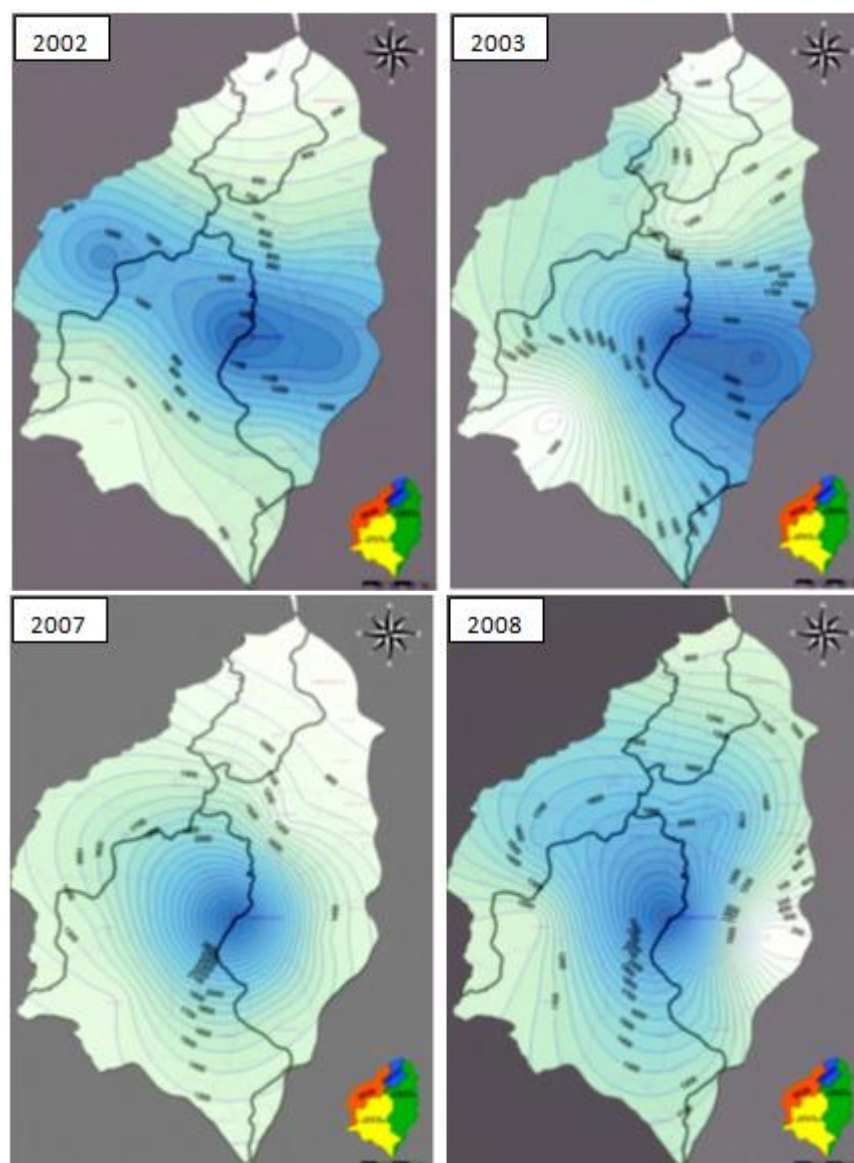


Figura 18. Mapas de precipitación de los años 2002, 2003, 2007 y 2008 en el departamento del Atlántico (PGAR ATLÁNTICO 2012 – 2022, en proceso de aprobación por la CRA).

La anterior figura nos muestra que en los años 2002 y 2003, los municipios que presentaron mayor intensidad de precipitaciones fueron Sabanalarga y Ponedera

respectivamente, mientras que los municipios que presentaron menor cantidad de lluvias fueron Puerto Colombia, Soledad, Santa Lucía y Suán en el año 2002; y Luruaco en el año 2003. Las precipitaciones registradas en los años 2007 y 2008 se vieron reflejadas con mayor intensidad en el municipio de Sabanalarga.

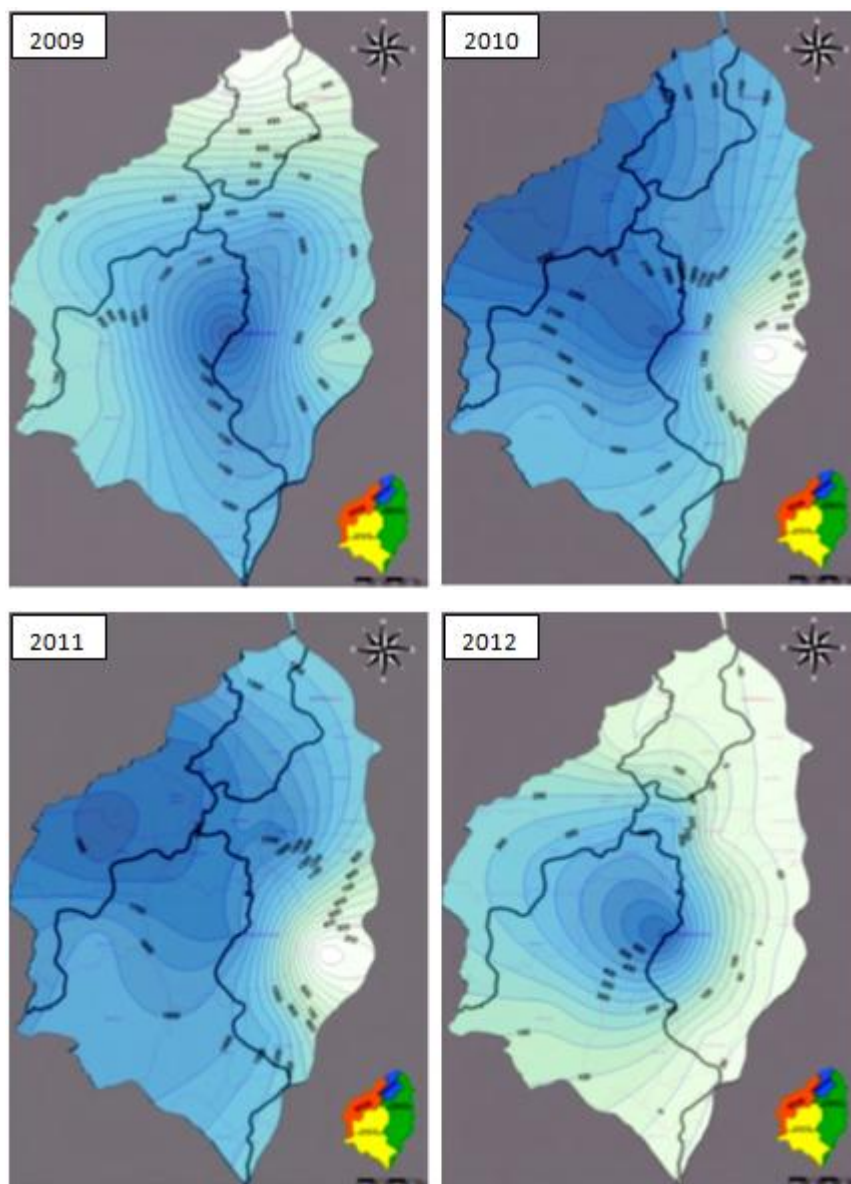


Figura 19. Mapas de precipitación de los años 2009 - 2012 en el departamento del Atlántico (PGAR ATLÁNTICO 2012 – 2022, en proceso de aprobación por la CRA).

En el año 2009, el municipio de Sabanalarga fue el que presento mayor número de precipitaciones, mientras que para el año 2010 se reflejo en los municipios de Piojo, Usiacuri, Juan de Acosta y Sabanalarga. Los municipios de Piojo, Luruaco y Juan de Acosta fueron los que presentaron mayor número de precipitaciones en el año 2011, mientras que en el año 2012 se reflejaron con mayor intensidad en el municipio de Sabanalarga.

- **Índice de Escasez Municipal de Año Seco**

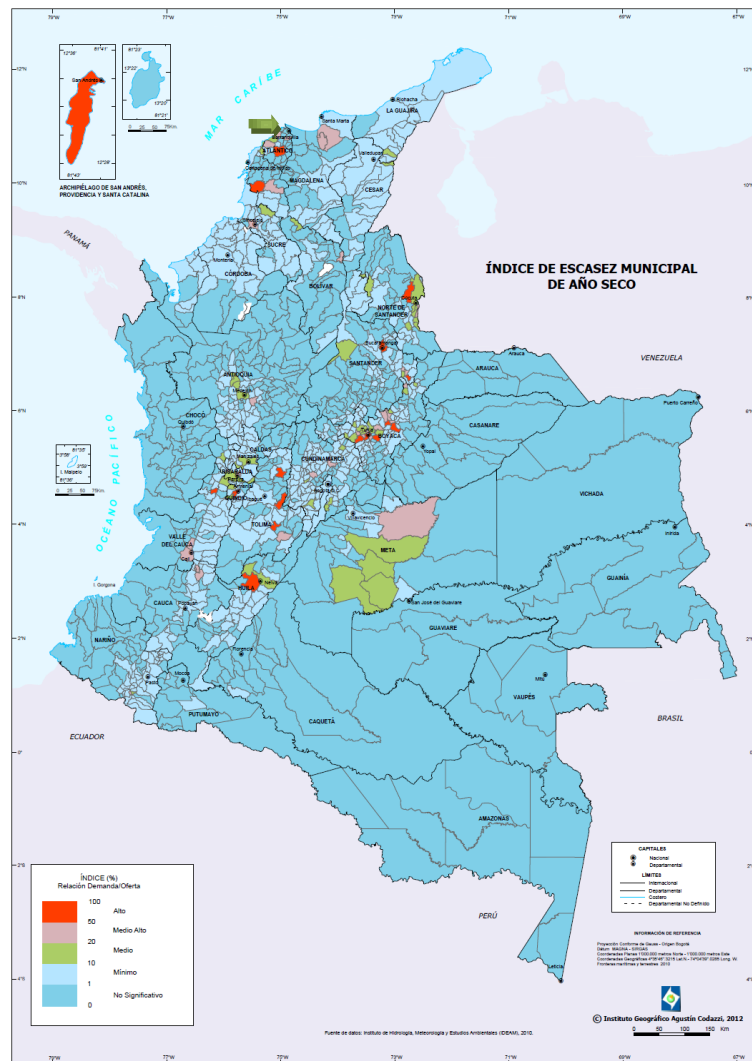


Figura 20. Índice de escasez municipal de Colombia (IGAC – 2014).

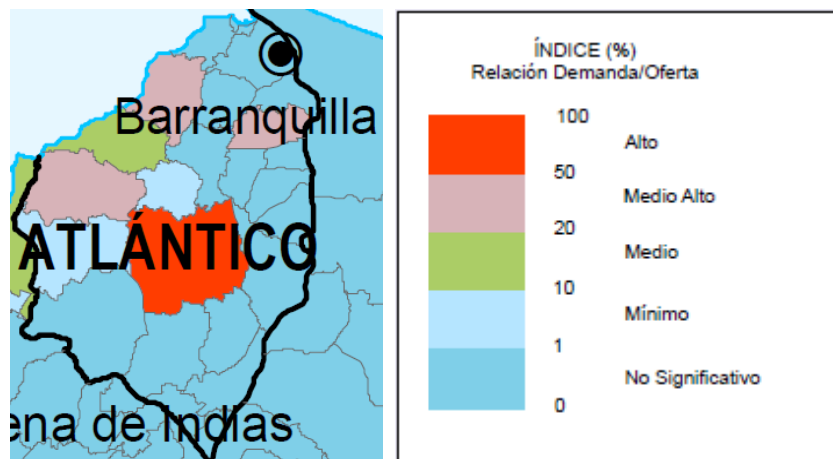


Figura 21. Índice de escasez municipal del Atlántico (IGAC – 2014).

La figura representa el Índice de Escasez (%) de los municipios del departamento del Atlántico por medio de colores. El municipio de Sabanalarga presenta un Índice de Escasez “Alto” (entre 50 – 100 %); para los municipios de Tubara, Piojo y Malambo es “Medio Alto” (entre 20 – 50 %); en Juan de Acosta es “Medio” (entre 10 – 20 %); en Luruaco y Usiacuri es “Mínimo” (entre 1 – 10%); y para los municipios de Barranquilla, Baranoa, Campo de la Cruz, Candelaria, Galapa, Manatí, Palmar de Varela, Polonuevo, Ponedera, Puerto Colombia, Repelón, Sabanagrande, Santa Lucia, Santo Tomas, Soledad y Suan es “No Significativo” (< 1%).

Teniendo en cuenta que el Índice de Escasez es la relación entre la demanda y la oferta del recurso hídrico (Demanda/Oferla), podemos afirmar que los municipios que presentan un Índice de Escasez “Alto” tienen mayor tendencia al agotamiento del recurso por diversos factores (sobreutilización del recurso, degradación de fuentes hídricas, crecimiento poblacional, entre otros), que los que presentan un Índice “Medio Alto”, “Medio”, “Mínimo” y “No Significativo”, es decir, que el municipio de Sabanalarga es el que presenta mayor riesgo hacia esta tendencia.

3. DIAGNOSTICO DE LA DEMANDA HIDRICA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO

Para el análisis de la demanda hídrica es necesario establecer varias fases que permitan hacer un diagnóstico, estas fases son:

- a)** Compilación de empresas a las que la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA, le realiza control y seguimiento ambiental en cuanto a permisos ambientales de concesión de agua.
- b)** Revisión de antecedentes de las empresas en los expedientes que reposan en la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA, en cuanto a permisos ambientales se refiere (concesión de agua en este caso) dependiendo de la actividad económica que desarrolle cada empresa. Para la revisión de los antecedentes, se utiliza el software llamado “Docunet”, el cual tiene como función principal la de mostrar todos los folios escaneados que hacen parte de los expedientes de las empresas.
- c)** Clasificación de las empresas por sector productivo y municipio.

La Corporación Autónoma Regional del Atlántico, CRA, utiliza una metodología para establecer la demanda – oferta del recurso hídrico (Ver Anexo).

- **Análisis de la Demanda Hídrica en el Departamento del Atlántico**

Para el cálculo de la demanda hídrica de cada municipio, se utilizaron datos de caudales concesionados de las empresas que poseen permisos ambientales de concesión de agua (Subterránea o Superficial) con la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, y se clasificaron las entidades por sector económico y tipo de fuente abastecedora.

Las concesiones de agua reportadas fueron clasificadas por sector económico, con el fin de conocer información porcentual de uso del recurso hídrico en las distintas actividades productivas.

Tabla 4. Clasificación de concesiones por sector económico.

Demanda Hídrica por Sector Económico	
17	Agropecuario
45	Avícola
9	Educativo
2	Fuerza Militar
8	Ganadero
75	Industrial
6	Piscícola
13	Porcícola
6	Recreacional
1	Salud
32	Servicio de Agua Potable
17	Zoocria

Fuente: CRA (2013).

El número de entidades o usuarios registrados en la CRA por captación de agua es 230. Las entidades o usuarios están clasificados de la siguiente manera:

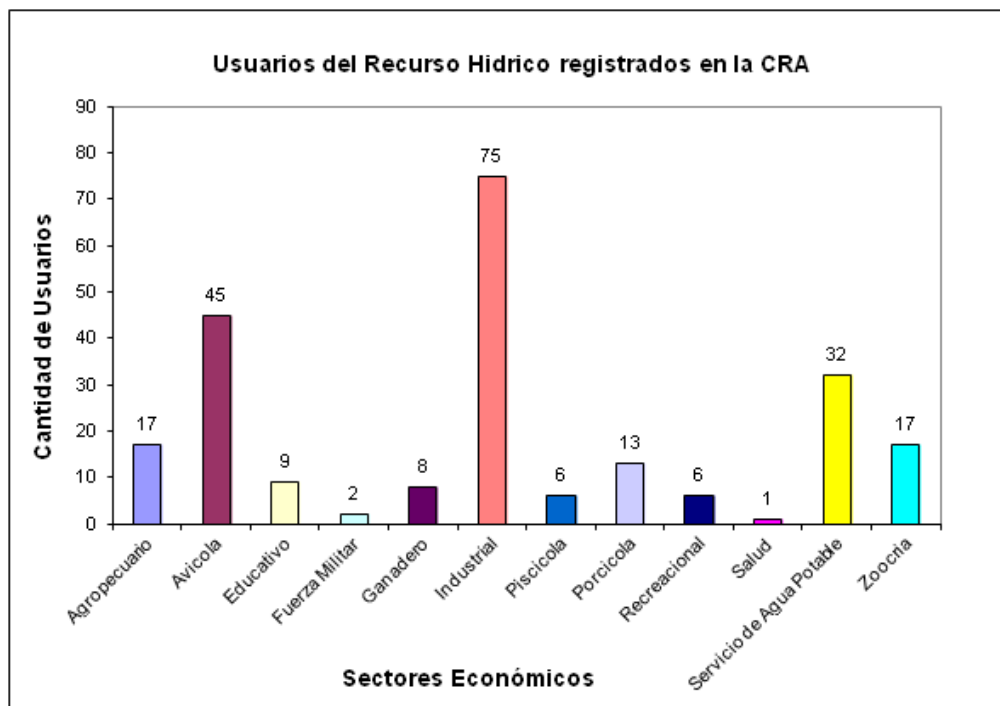


Figura 22. Clasificación de usuarios reportados por sector económico (2013).

La Figura 22 nos muestra que las entidades del sector industrial, avícola y servicio de agua potable son las que poseen más registros de captaciones de agua (subterránea o superficial) para el desarrollo de sus actividades, ya que representan más del 60% aproximadamente (32%, 19% y 14% respectivamente) del total de entidades reportadas. También, podemos afirmar que las entidades de los sectores de fuerzas militares y salud son las poseen menos registros de captaciones de agua para el desarrollo de sus actividades, representando menos del 2% aproximadamente del total de entidades.

Tabla 5. Cantidad de concesiones por tipo de fuente.

Demanda Hídrica por Tipo de Fuente	
Subterránea	Superficial
146	84

Fuente: CRA (2013).

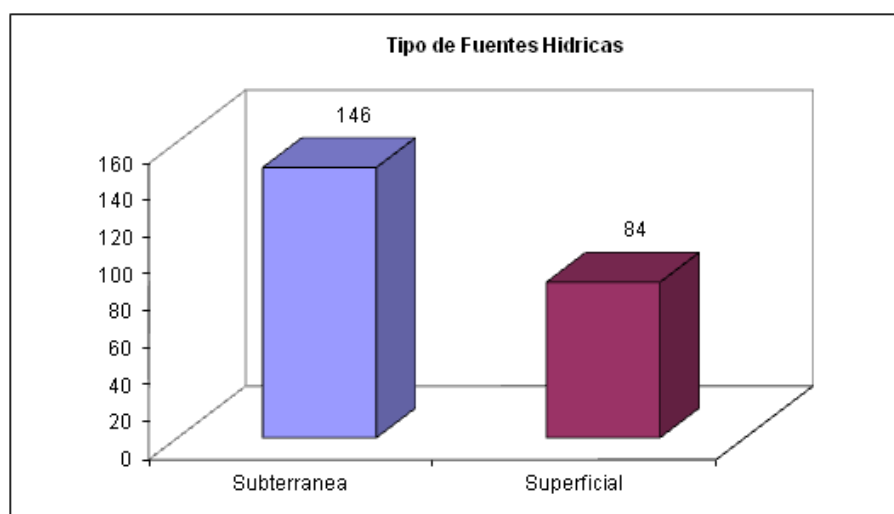


Figura 23. Relación de concesiones por tipo de fuente (2013).

La anterior Figura nos muestra la relación entre el número de concesiones por tipo de fuente, teniendo las concesiones de aguas subterráneas un porcentaje mayor que las de cuerpos de agua superficiales. Las fuentes de aguas subterráneas reportadas son 146, teniendo un porcentaje mayor a 60% aproximadamente, y las de aguas superficiales representan menos del 40% aproximadamente, con un total de 84 (Tabla 5).

La Tabla 6 relaciona la demanda hídrica total por cada uno de los municipios y tipo de fuentes abastecedoras.

Tabla 6. Demanda total por municipio y tipo de fuente.

Municipio	Tipo de Fuente		Total por Municipio (m3/año)
	Subterránea (m3/año)	Superficial (m3/año)	
Baranoa	1.878.829,14	13.910,4	1.892.739,54
Barranquilla	0	347.281.791,6	347.281.791,6
Campo de la Cruz	0	1.347.840	1.347.840
Candelaria	2.160	0	2.160
Galapa	149.676,76	4.417.135	4.566.811,76
Juan de Acosta	26.460	4.482	30.942
Luruaco	408.380	7.874.785,2	8.283.165,2
Malambo	3.487.675,16	23.976.000	27.463.675,16
Manatí	0	1.555.200	1.555.200
Palmar de Varela	144.325,51	15.409.965,6	15.554.291,11
Piojó	108.864	210.955	319.819
Polonuevo	165.070	15.578.208	15.743.278
Ponedera	53.208	195.599,64	248.807,64
Puerto Colombia	732.154,56	161.345,22	893.499,78
Repelón	357.696	117.886.528	118.244.224
Sabanagrande	407.136,8	0	407.136,8
Sabanalarga	716.109,6	12.222.984	12.939.093,6
Santa Lucia	0	94.600	94.600
Santo Tomas	15.600	96.494,64	112.094,64
Soledad	656.302	757.930,96	1.414.232,96
Suan	0	717.142,94	717.142,94
Tubará	861.373,44	621.898,34	1.483.271,78
Usiacurí	55.890	0	55.890
TOTAL	10.226.910,97	550.424.796,5	560.651.707,4

Fuente: CRA (2013).

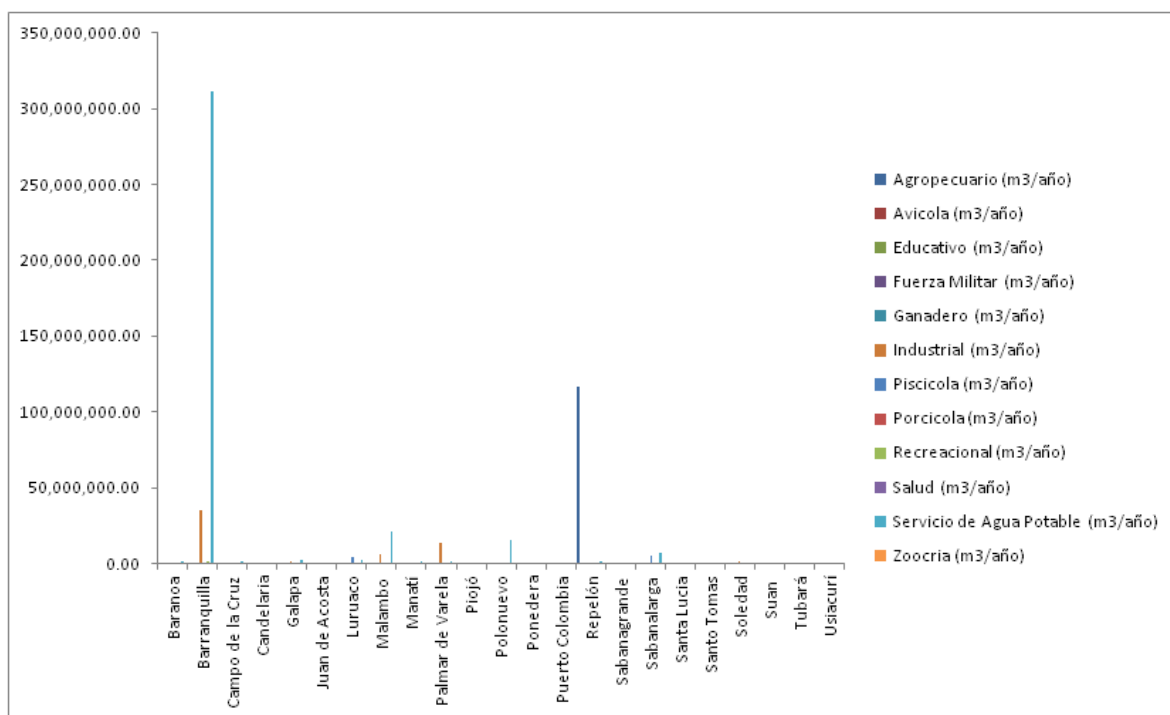


Figura 24. Demanda hídrica por municipio y sector económico (2013).

La Figura 24 nos relaciona las cantidades de aguas demandadas por los distintos sectores económicos presentes en cada uno de los municipios del departamento del Atlántico. El municipio que presenta mayor demanda es Barranquilla (aclarando que la información reportada es la de empresas presentes en la jurisdicción de la CRA), siendo el sector de servicio de agua potable el responsable del 70% aproximadamente de la demanda total. Otro de los sectores que presenta una alta demanda del recurso hídrico es el piscícola, representado en el municipio de Repelón.

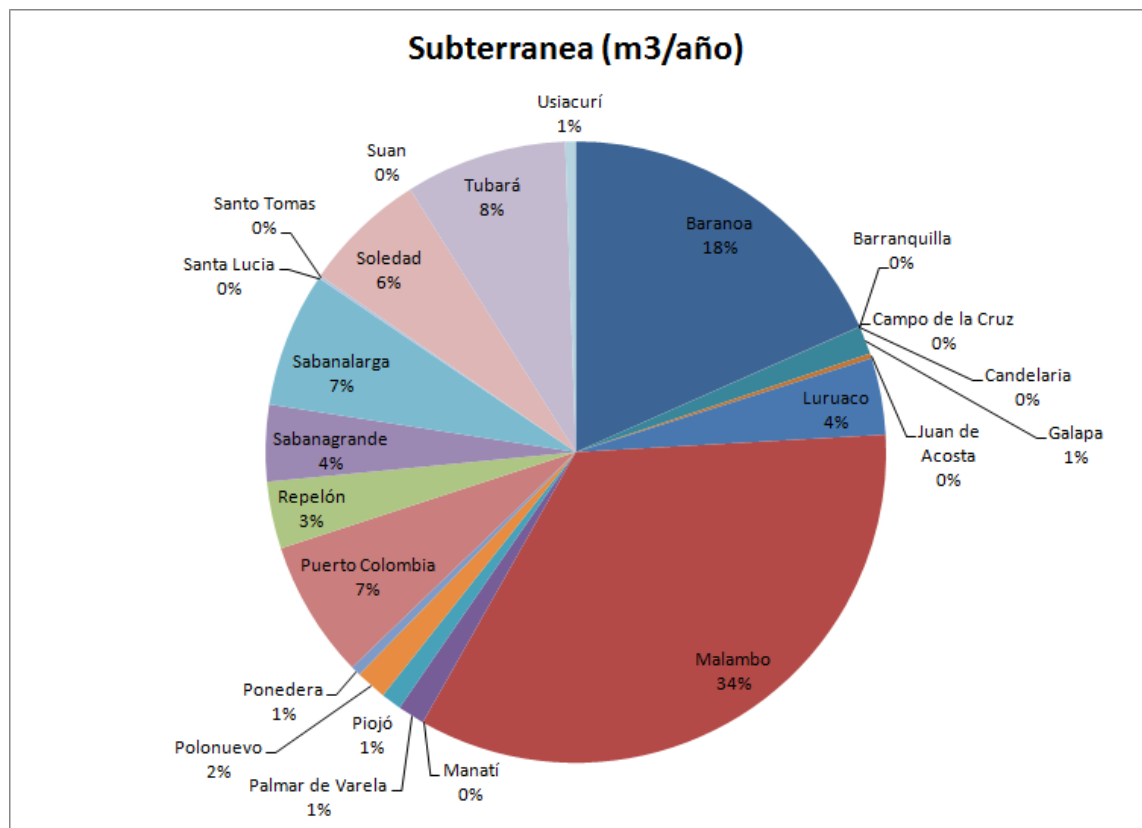


Figura 25. Demanda total de agua subterranea por municipio (2013).

Para la estimación del caudal de los acuíferos del departamento, se tomó como punto de partida la información existente en los expedientes de la CRA para concesiones de agua y se organizó un inventario identificando las concesiones de agua subterráneas vigentes y las que se encuentran en explotación sin legalizar. Una vez realizada la sumatoria de la demanda hídrica por cada municipio y tipo de fuente, se obtuvo que los municipios de Malambo y Baranoa son los que presentan una mayor demanda hídrica por fuentes subterráneas (34% y 18% respectivamente). Los municipios de Tubara, Puerto Colombia, Sabanalarga y Soledad reportan individualmente un porcentaje entre el 5 – 10%, y los demás municipios representan un porcentaje menor a 5%.

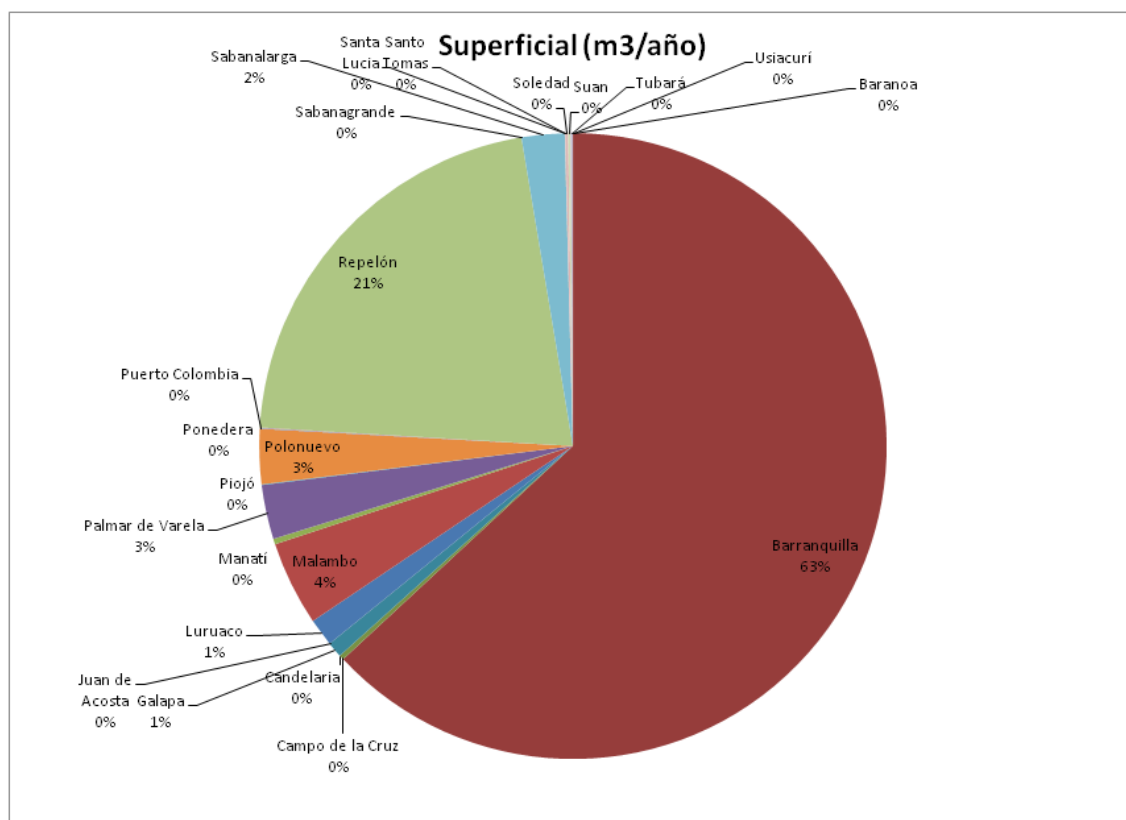


Figura 26. Demanda total de agua superficial por municipio (2013).

La información representada en la Figura 26, refleja un alto porcentaje de demanda de agua superficial en la ciudad de Barranquilla (63% aproximadamente), seguido de un 21% en el municipio de Repelón. Los demás municipios poseen un porcentaje de demanda menor al 5%. El alto porcentaje de demanda en la ciudad de Barranquilla está directamente relacionado con el abastecimiento de agua potable a toda población del municipio.

Cabe recordar que la información reportada de la ciudad de Barranquilla, es la de las entidades y/o usuarios que conforman la jurisdicción de la CRA (según la Ley 1450 de 2011, Plan de Desarrollo Nacional 2010 – 2014).

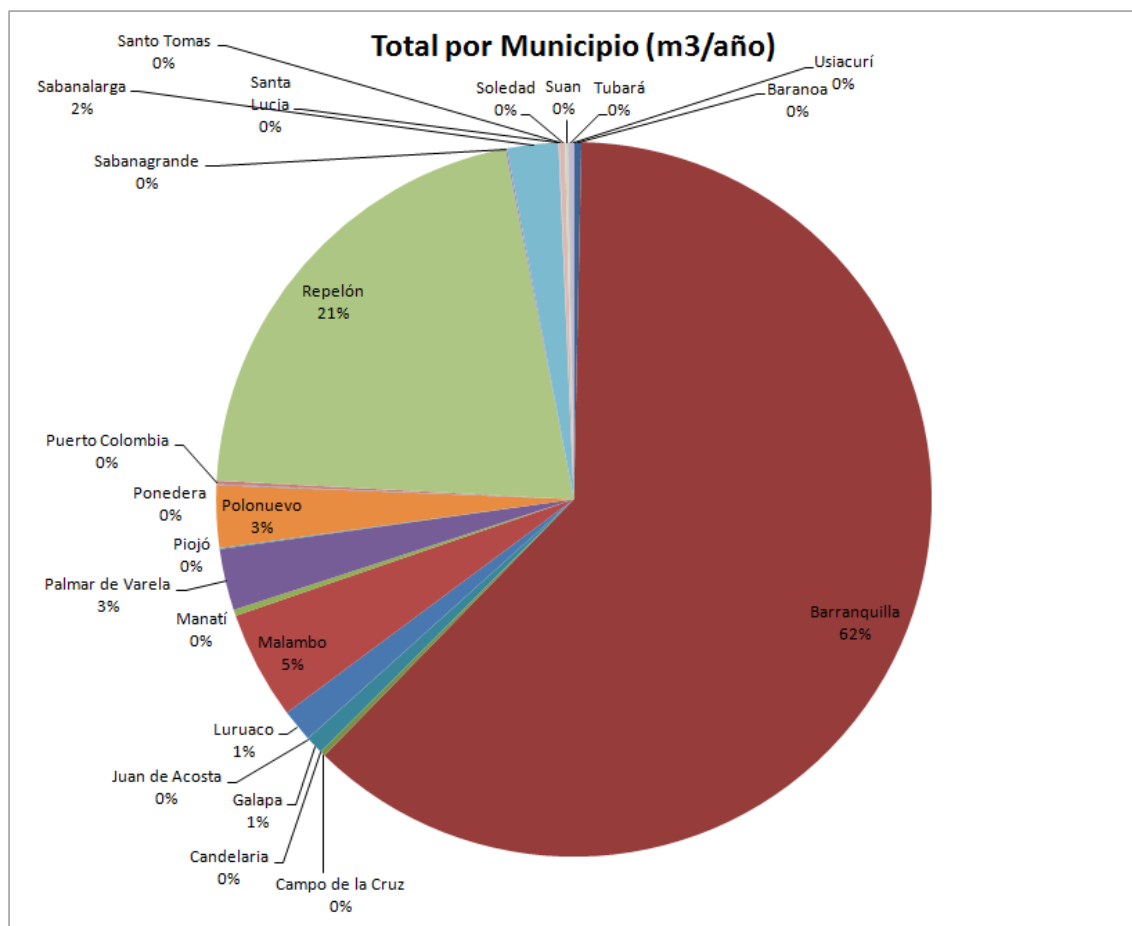


Figura 27. Demanda Hídrica total por municipio (2013).

La sumatoria de las demandas hídricas de los municipios reportados por la CRA, denota que la ciudad de Barranquilla es la que presenta mayor demanda del recurso hídrico existente en el departamento del Atlántico. La demanda hídrica está directamente relacionada a la necesidad de los sectores económicos presentes en la zona de estudio. Para el caso del departamento de Atlántico, es posible afirmar que el sector que mayor demanda este recurso es el de suministro de agua potable a la población.

4. CONCLUSIONES

- El sector económico que más demanda agua en el departamento del Atlántico, según los datos de la CRA, es el de servicios de agua potable, con un consumo del 65% aproximadamente, seguido de los sectores agropecuario e industrial, con 21% y 10% aproximadamente, de la demanda hídrica total reportada. Es entendible que el sector de servicio de agua potable sea el que mayor demanda hídrica requiera, ya que es el encargado de abastecer a la mayoría de los usuarios residenciales y empresariales de la ciudad de Barranquilla, entre otros municipios.
- La Demanda Hídrica del Departamento del Atlántico es de 560.000.000 de m³/año aproximadamente, donde las fuentes hídricas superficiales son indudablemente las más demandadas, con un porcentaje de captación de 98% aproximadamente de la demanda hídrica total reportada. La capital atlanticense es la que mayor demanda hídrica superficial posee con 63% aproximadamente, siendo el Rio Magdalena el cuerpo de agua principal de captación, seguido del municipio de Repelón con un 21% aproximadamente, debido a las importantes captaciones de agua con fines agropecuarios (generalmente para distritos de riego). Los municipios de Malambo y Baranoa son los que presentan una mayor demanda hídrica por fuentes subterráneas. Lo anterior, denota la gran riqueza hídrica superficial del departamento.
- La información reportada por la autoridad ambiental indica que aunque el departamento del Atlántico cuenta con una oferta permanente de agua superficial, los municipios deben fortalecer la gestión integral del recurso hídrico, especialmente en las estrategias no sólo de protección de la oferta hídrica existente y de otros mecanismos de seguimiento del recurso, sino también de reducción de la demanda de agua. La

conclusión anterior es una invitación al fortalecimiento de los programas de ahorro y uso eficiente del agua y a la intensificación de los mecanismos limpios de producción.

5. BIBLIOGRAFÍA

- **ARIAS, R.; OJEDA, B.** Informe nacional sobre la gestión del agua en Colombia. Bogotá, 2000.
- **BEDOYA J.** El hombre y su ambiente: la problemática de contaminación y aportes para su solución. 3 ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2002. p. 63-84.
- **COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE - CEPAL.** Recomendaciones de las reuniones internacionales sobre el agua: de Mar del Plata a París. Chile, 1998. Disponible: <<http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/0/4480/lcr1865s.pdf>>. Acceso: julio 2014.
- **COSTA, C., E. DOMÍNGUEZ, H. RIVERA & R. VANEGAS.** 2005. El índice de escasez de agua ¿un indicador de crisis o una alerta para orientar la gestión del recurso hídrico? Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Grupo de Investigación en Hidrología. Bogotá. Revista de Ingeniería Universidad de Los Andes 22: 104-111.
- **DISPONIBILIDAD POTENCIAL DE RECURSOS HÍDRICOS EN COLOMBIA SEGÚN EL CRITERIO DE LA ENTROPÍA INFORMACIONAL.** Oscar David Álvarez V., Germán Poveda J. Avances en Recursos Hidráulicos, núm. 13, mayo, 2006, pp. 111-122, Universidad Nacional de Colombia.
- **DOUROJEANNI, Axel y JOURAVLEV, Andrei.** 2001. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua, Comisión Económica para América

Latina y el Caribe (CEPAL), Serie Recursos Naturales e Infraestructura No 35, LC/L.1660-P, Santiago, Chile, diciembre de 2001.

- **E.A. DOMÍNGUEZ, H.G. RIVERA, R. VANEGAS, P. MORENO.** Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Vol 32(123), pp. 195-212. Jun, 2008.
- **EL AGUA, RECURSO ESTRATÉGICO DEL SIGLO XXI.** Ruth Marina Agudelo C. Revista Facultad Nacional de Salud Pública. Vol. 23 No. 1.
- **ELOSEGI, A. & S. SABATER.** 2009. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Primera edición. Edición en español Fundación BBVA. 424p.
- **GODOY, A. M. G.** A Conferência de Estocolmo: evolução histórica. 2007. Disponible en: <http://amaliagodoy.blogspot.com/2007/09/desenvolvimento-sustentvel-evoluo_16.html>. Acceso en: julio 2014.
- **HAHN-VONHESSBERG, C., D. TORO, A. GRAJALES, G. DUQUE & L. SERNA.** 2009. Determinación de la calidad del agua mediante Indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, universidad de caldas, municipio de Palestina, Colombia. Boletín científico centro de museos, museo de historia natural. Vol. 13 (2): 89-105.
- **INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM).** Coautor. Perfil del Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente en Colombia 2001. Editorial Trade Link Ltda. Primera Edición. Bogotá, D.C., 2002.

- **INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM).** Coautor. Estudio Nacional del Agua. Balance Hídrico y Relaciones Oferta Demanda en Colombia. Bogotá, 2010.
- **INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM),** "Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia," in *Proc. 1999 CONAPHI-Chile Los Recursos Hídricos de América Latina en el Umbral del Siglo XXI Temas Claves para su Desarrollo Conf.*, pp. A13, 1-29.
- **JOHNS HOPKINS SCHOOL OF PUBLIC HEALTH.** Solutions for a water-short world. *Popul Rep M* 1998; 26(1):1-30.
- **KORZUN, V.I., SOKOLOV, A.A., BUDYKO, M.I., VOSKRESENSKY, K.P., KALININ, G.P., KONOPLYANTSEV, A.A., KOROTKEVICH, E.S. & L'VOVITCH, M. I., EDS.** 1978. Atlas of world water balance. USSR National Committee for the International Hydrological Decade. English translation. Paris, UNESCO. 663 pp.
- **LVOVITCH, M. I.** 1970. World water balance (General Report). Symposium on the world water balance. Wallingford, International Association of Hydrological Sciences, Pub. No 93, Vol. II, pp. 401-415.
- **MATSUURA, K. A.** água já não flui naturalmente. Cadernos de Cidadania 2 – Água: Os comitês que cuidam da sua conservação em São Paulo. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, v. 113, n. 51, p. 6, 2003.
- **O. MEJÍA,** «Los procesos de gestión integral del recurso hídrico,» en *Hidrogeología para la gestión del recurso hídrico*, Medellín: MAVDT, UdeA, UIS, UNAL-Medellín, 2010.

- **PLAN DE GESTION AMBIENTAL REGIONAL DEL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO 2012 – 2022.** Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, 2012.
- **PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL COMPLEJO DE HUMEDALES DEL CANAL DEL DIQUE.** Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, 2007.
- **PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DE LA CIENAGA DE MALLORQUIN.** Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, 2006.
- **PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL CARIBE EN JURISDICCION DEL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO.** Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, 2011.
- **PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO MAGDALENA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO.** Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, 2007.
- **POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO.** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.
- **PROGRAMA DE CONSULTA WEB “DOCUNET”.** Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.
- **ROJAS, J.; PÉREZ, M. A.; MALHEIROS, T. F.; MADERA, C.; PROTA, M. G.; DOS SANTOS, R.** Análisis comparativo de modelos e instrumentos de

gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 73-97, 2013.

- **UNA METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DE PLANES DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO.** Teresita Betancur Vargas; Ana Karina Campillo Pérez; Vanessa García Leoz. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 10, No. 19, pp. 67-78 - ISSN 1692-3324 - julio-diciembre de 2011/228 p. Medellín, Colombia.
- **UNESCO**, 2005. *World Water assessment program*, revisado en Julio de 2014, http://www.unesco.org/water/wwap/index_es.shtml.

ANEXO

Metodología de la autoridad ambiental departamental para determinar la demanda – oferta del recurso hídrico en el departamento del Atlántico

La Corporación Autónoma Regional del Atlántico, CRA, tiene jurisdicción en tres (3) subzonas hidrográficas y un (1) nivel subsiguiente: Subzona Hidrográfica del Complejo de Humedales de la Vertiente Occidental del Río Magdalena, Subzona Hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique, Subzona Hidrográfica de los arroyos directos al Mar Caribe y Nivel Subsiguiente Ciénaga de Mallorquín. La metodología que se lleva a cabo, por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico, para establecer la demanda – oferta del recurso hídrico en el departamento del Atlántico, está enfocada en los siguientes pasos:

- a)** Establecer el número de municipios que hacen parte de cada subzona hidrográfica y del nivel subsiguiente.
- b)** Dividir por sectores productivos y económicos cada actividad desarrollada en cada municipio que hace parte de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.
- c)** Revisión de los antecedentes de las empresas en los expedientes que reposan en la Corporación Autónoma Regional del Atlántico en cuanto a permisos ambientales se refiere (concesión de agua en este caso) dependiendo de la actividad económica que desarrolle cada empresa. Para desarrollar esta actividad la Corporación Autónoma Regional del Atlántico cuenta con un software llamado “Docunet”, el cual tiene como función principal la de mostrar todos los folios escaneados que hacen parte de los expedientes de las empresas. Este programa es muy eficiente y dinámico ya que permite revisar un mismo expediente de una empresa por dos o más usuarios al mismo tiempo ya que todos los computadores están comunicados en red. Para ejecutar el programa “Docunet”, se debe tener un nombre de usuario y una clave.
- d)** Programación semanal de vehículos para realizar las visitas técnicas a que

haya lugar, una vez revisados los antecedentes de las empresas en los expedientes.

- e)** Ejecución de la visita técnica. Al momento de realizar la visita técnica en una empresa se debe llenar un acta oficial de visita en donde se hagan las anotaciones de los aspectos a considerar, dependiendo del motivo de la visita. El acta oficial de visita debe ser firmada por el técnico o funcionario de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico y por la persona que atiende la visita para dejar constancia de que la visita fue efectuada. Cabe anotar que para el caso de las solicitudes de concesiones de agua (superficial o subterránea), la Corporación Autónoma Regional del Atlántico exige una prueba de bombeo al momento de la visita a fin de verificar la información del caudal solicitado por parte de un usuario o empresa.
- f)** Emisión de concepto técnico. Con el acta oficial de visita y las anotaciones tomadas en la visita técnica se realiza un concepto técnico donde se hacen unos requerimientos o se dan algunas recomendaciones a una empresa según sea el caso.
- g)** Revisión del concepto técnico. Una vez realizado el concepto técnico, este es firmado por el técnico que realizó la visita y luego es revisado, evaluado y firmado con un visto bueno por el Gerente de Gestión Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.
- h)** Radicación del concepto técnico. Firmado el concepto técnico, este es radicado con un número consecutivo y fecha para luego ser entregado a la oficina jurídica de los abogados de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico para que realicen el respectivo acto administrativo.
- i)** Realizado el acto administrativo por parte del área jurídica de la Gerencia de Gestión Ambiental, este es revisado, evaluado y firmado por el Gerente de Gestión Ambiental o el Director General de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico según sea el caso.
- j)** Al realizar el acto administrativo por parte del área jurídica de la Gerencia de Gestión Ambiental, la Corporación Autónoma Regional del Atlántico informa a

la empresa que tiene 5 días hábiles para notificarse, si la empresa hace caso omiso de este citatorio se efectúa a informar por medio de un edicto.

- k)** Firmado el acto administrativo, este es radicado con un número consecutivo y fecha para luego ser entregado a Saneamiento y Archivo para que todos los folios sean escaneados e ingresados en el programa Docunet.
- l)** Una vez ya tenida toda la información de las empresas se procede a realizar y alimentar una base de datos con toda la información concerniente a las captaciones de agua que se realizan en las diferentes fuentes de agua por parte de los diferentes entes económicos que se encuentran en el departamento del Atlántico. Con esta información se calcula cada año el estimativo de la demanda - oferta del recurso hídrico que realizan los usuarios en el departamento del Atlántico.